



**Diogo Duarte de
Queirós Moreira
Alves**

**Desenvolvimento e implementação de um
Manufacturing Execution System na Unidade
Industrial De Sousa, Amorim & Irmãos, S.A.**



**Diogo Duarte de
Queirós Moreira
Alves**

**Desenvolvimento e implementação de um
Manufacturing Execution System na Unidade
Industrial De Sousa, Amorim & Irmãos, S.A.**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica do Professor Doutor Rui Jorge Ferreira Soares Borges Lopes, Professor Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro.

“It doesn’t matter how many resources you have. If you don’t know how to use them, they’ll never be enough.”

(Autor desconhecido)

o júri

presidente

Professora Doutora Ana Luísa Ferreira Andrade Ramos
Professor Auxiliar da Universidade de Aveiro

Professor Doutor Rui Manuel Alves Silva Sousa
Professor Auxiliar da Universidade do Minho

Professor Doutor Rui Jorge Ferreira Soares Borges Lopes
Professor Auxiliar da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Gostava de agradecer:

- Ao meu orientador, Rui Borges Lopes, por toda a orientação dada ao longo do projeto. Foi, sem dúvida, um grande suporte;
- À Amorim & Irmãos, S.A. por ter possibilitado a realização do meu estágio;
- A toda a equipa da Unidade Industrial De Sousa, com destaque para o Venâncio Fernandes, Juliana Marques e Victor Santos pela disponibilidade e ensinamentos prestados durante o período de estágio. Um agradecimento especial para a Sofia Magalhães, pelos sábios ensinamentos, conselhos e amizade.
- Aos meus pais, por todo o carinho e acompanhamentos ao longo destes 20 anos de estudo. Sem eles nada disto seria possível;
- À minha irmã, que sempre demonstrou ser um exemplo a seguir;
- À minha namorada, por toda a amizade, companheirismo, dedicação e inspiração;
- Aos meus amigos, que sempre apoiaram e motivaram a realização desta tese.

A todos fico eternamente grato!

palavras-chave

Manufacturing Execution System; Rastreabilidade; Controlo de Processo.

resumo

No setor industrial, a excelência na gestão de operações é um ponto fulcral na obtenção de vantagem competitiva em relação ao mercado. Cada vez mais as organizações têm como objetivo a redução de desperdício, otimizando os seus processos, quer ao nível interno, quer ao nível das restantes relações com a cadeia de abastecimento. É nesta perspetiva que surgem os *Manufacturing Execution Systems* (MES) que são considerados sistemas de informação dinâmicos, tendo por finalidade principal o aumento da eficiência ao nível da gestão de operações.

Esta dissertação aborda o desenvolvimento e implementação de um sistema MES na Amorim & Irmãos, S.A., na Unidade Industrial De Sousa.

A implementação desta ferramenta tem como objetivo suprimir lacunas relacionadas com a monitorização da rastreabilidade e o controlo de processo. Este é um ponto crítico na organização em causa, uma vez que a competitividade do mercado exige um domínio total dos pontos anteriormente identificados, por forma a diferenciar-se.

keywords

Manufacturing Execution System; Traceability; Process Control

abstract

In the industrial sector, excellence in operations management is a key point in gaining competitive advantage over the market. More and more organizations are aimed at waste reduction, optimizing its processes, both domestically and in terms of relations with supply chain. It is in this perspective that arise Manufacturing Execution Systems (MES) that are considered dynamic information systems, with the main purpose of increasing efficiency in operations management. This work addresses the development and implementation of a MES system in Amorim & Irmãos, S.A., Industrial Unit De Sousa. The implementation of this tool aims to remove gaps related to monitoring of traceability and process control. This is a critical point in the organization, since the market competitiveness requires a total domain of the previously identified points in order to differentiate themselves.

Índice

Conteúdo

1. Introdução	5
1.1. Enquadramento	5
1.2. Metodologia	6
1.3. Estrutura	7
2. Revisão Bibliográfica	9
2.1. Evolução histórica dos sistemas de informação	9
2.2. Informação, fluxo de informação e sua importância	11
2.3. Manufacturing Execution Systems	17
2.4. Desafios na Implementação de um ERP	21
3. Amorim & Irmãos, S.A.	27
3.1. Cronologia	27
3.2. Missão, Visão e Valores	28
3.3. Organização	29
3.4. Unidade Industrial De Sousa	30
4. Desenvolvimento e Implementação do <i>Manufacturing Execution System</i> na Unidade Industrial De Sousa	35
4.1. Âmbito e Objetivo	35
4.2. Descrição da Área Produtiva do MES Fase II	36
4.3. Descrição do fluxo atual das operações no chão de fábrica	38
4.3.1. Moldação/Estabilização	39
4.3.2. Acabamentos Mecânicos	41
4.3.3. Lavação e Secagem	42
4.3.4. Escolha	43
4.3.5. Embalagem	45
4.4. Requisitos Funcionais	46
4.4.1. Moldação / Estabilização	46

4.4.2.	Lavação e Secagem	47
4.4.3.	Escolha.....	47
4.5.	Operacionalização da Metodologia	47
4.6.	Descrição do fluxo futuro das operações no chão de fábrica	48
4.6.1.	Moldação / Estabilização	49
4.6.2.	Acabamentos Mecânicos.....	52
4.6.3.	Lavação e Secagem	53
4.6.4.	Escolha.....	55
4.6.5.	Embalagem	56
4.7.	Gestão das Ordens de Fabrico: Atual vs Futuro.....	57
4.8.	Fluxo de Informação: Atual vs Futuro.....	59
5.	Análise de Resultados e Conclusões	61
6.	Referências bibliográficas	63
7.	Anexos	69

Índice de Figuras

Figura 1: A evolução de sistemas de apoio à produção (Rashid, Hossain & Patrick, 2002)	11
Figura 2: Importância da Informação (Adaptado de Kotler, & Armstrong, 2013).....	12
Figura 3: Quatro tipos de informação (Harsh, 1981)	13
Figura 4: Os quatros símbolos mais importantes no processo de mapeamento.....	16
Figura 5: Organização da Amorim & Irmãos, S.A., em Portugal.....	29
Figura 6: Fluxo do Processo Produtivo da UI De Sousa	31
Figura 7: Áreas envolvidas no MES Fase I	35
Figura 8: Áreas envolvidas no MES Fase II	36
Figura 9: Fluxo de Operações Atuais da Moldação/Estabilização	39
Figura 10: Área da Moldação/Estabilização da UI De Sousa	40
Figura 11: Área da Escolha da UI De Sousa.....	44
Figura 12: Área da Embalagem da UI De Sousa	45
Figura 13: Fluxo de Operações Futuras na Moldação/Estabilização	51
Figura 14: Fluxo de informação atual.....	60
Figura 15: Fluxo de Informação Futuro	60
Figura 16: Fluxo das Operações Atuais à Entrada dos AM.....	70
Figura 17: Fluxo das Operações Atuais nos AM	71
Figura 18: Fluxo de Operações atuais na Lavação e Secagem	72
Figura 19: Fluxo de Operações Atuais na Escolha	73
Figura 20: Fluxo das Operações Atuais na Escolha.....	74
Figura 21: Fluxo de Operações Futuras na Entrada dos AM.....	75
Figura 22: Fluxo de Operações Futuras nos AM.....	76
Figura 23: Fluxo de Operações Futuras na Lavação e Secagem.....	77
Figura 24: Fluxo de Operações Futuras da Escolha	78
Figura 25: Fluxo de Operações Futuras na Embalagem	78

Índice de Tabelas

Tabela 1: Desafios na implementação de um ERP por autor	26
Tabela 2: Check-list de validação do sistema MES.....	61

GLOSSÁRIO

AM – Acabamentos Mecânicos

CRM – *Customer Relationship Management*

ERP – *Enterprise Resource Planning*

KPI – *Key Performance Indicator*

MAIS – Melhoria da Amorim & Irmãos Sustentadamente

MES – *Manufacturing Execution System*

MRP – *Material Requirements Planning*

MRP II – *Manufacturing Resource Planning*

OF – Ordem de Fabrico

RA – Rolha Aglomerada

RCT – Rolha de Champanhe e Twin Top

RN – Rolha Neutrocork

SCM – *Supply Chain Management*

TCA – Tricloro anisole

UI – Unidade Industrial

UML – *Unified Modeling Language*

WIP – *Work in Progress*

1. INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO

A globalização despoletou um conjunto de efeitos nunca antes visto no setor industrial. A abertura da economia mundial, o aumento de competitividade e a necessidade da constante renovação e inovação foram algumas das consequências do efeito da integração das economias mundiais.

Em Portugal, devido à crise económica e financeira que o País vem atravessando, as organizações foram forçadas a abrir os seus horizontes ao mercado internacional, estando sujeitas a concorrência mais alargada e exigente.

Atualmente, os clientes querem comprar ao menor preço possível, sendo importante para as organizações apostar na qualidade do produto, ao mesmo tempo que surge a necessidade de inovar e diferenciar-se dos demais competidores. Um fator a ter em atenção é o aumento dos custos com as matérias-primas, energia e/ou matérias subsidiárias, que torna imprescindível que as organizações tenham o controlo e conhecimento completo das suas operações e da sua cadeia de abastecimento.

No caso particular da indústria, a racionalização de toda a atividade fabril torna-se num fator de vantagem competitiva. Desta forma, uma determinada organização consegue praticar preços mais baixos que a concorrência ou, ao praticar o mesmo preço, consegue ter margens de lucro superiores. É através desta necessidade de racionalização (ou otimização) que surge o aparecimento de sistemas de apoio à produção, mais concretamente, dos *Manufacturing Execution Systems*.

Esta dissertação aborda precisamente esta temática, ou seja, revê o estado atual da literatura e descreve a implementação de um sistema MES na Unidade Industrial De Sousa, pertencente à Amorim & Irmãos, S.A.

O projeto surge pela necessidade da UI De Sousa ter de melhorar dois aspetos chave: rastreabilidade e controlo de processo. Atualmente, no que diz respeito à rastreabilidade, o processo é ineficaz, tendo em conta que nem todos os dados são recolhidos com a precisão necessária. Relativamente ao controlo de processo, também é ineficaz, devido ao desconhecimento de algumas variáveis associadas a várias máquinas, como velocidades, temperaturas, consumos, entre outros.

No presente momento, a UI De Sousa pretende eliminar os problemas identificados, tendo, para isso, requerido a implementação de um sistema MES ao longo de praticamente todo o processo fabril, sendo este sistema uma extensão do sistema já implementado na organização.

Pretende-se que no final desta dissertação esteja especificada a estrutura do novo sistema MES, quais os seus requisitos (funcionais e físicos) e determinar se os objetivos traçados são atingidos.

1.2. METODOLOGIA

Relativamente à metodologia utilizada nesta dissertação, pode referir-se que existem cinco fases.

A primeira fase diz respeito à revisão bibliográfica, onde são explorados temas diretamente ou indiretamente relacionados com o sistema MES.

A segunda fase consiste em descrever os processos envolvidos pelo sistema MES, no que diz respeito ao número de operadores, máquinas e rolas processadas. Ou seja, consiste numa descrição geral de cada um dos processos.

A terceira fase consiste na perceção dos requisitos funcionais do sistema MES, ou seja, no conjunto de dados que o sistema MES tem de recolher.

A quarta fase tem que ver com a descrição dos requisitos físicos necessários para a implementação do sistema, ou seja, o conjunto de equipamentos e dispositivos necessários por forma a tornar possível a operacionalização do *Manufacturing Execution System*.

A quinta fase diz respeito à análise do processo futuro, isto é, estudar o fluxo de operações previstas para os processos envolvido pelo sistema MES, quando este estiver implementado.

Através deste método de trabalho, pretende-se obter a descrição total do sistema MES a implementar na UI De Sousa, do ponto de vista dos diversos fluxos de informação e operação. Desta forma, será mais fácil avaliar o sucesso da implementação, uma vez que existe um sistema ótimo pensado e desenhado.

1.3. ESTRUTURA

A presente dissertação está dividida em cinco capítulos que, em seguida, passam a ser descritos.

O primeiro capítulo é apenas introdutório, ou seja, apresenta-se de forma genérica a temática abordada, bem como os problemas base que dão origem a esta dissertação.

Em seguida, é realizada uma revisão bibliográfica relacionada com o tema. Primeiro aborda-se a temática referente aos ERP. Em segundo lugar, reflete-se sobre a importância da informação. Em terceiro lugar é introduzido especificamente o *Manufacturing Execution System* e, por fim, discute-se sobre quais as maiores dificuldades associadas à implementação de um ERP.

No terceiro capítulo é efetuada uma apresentação geral da Amorim & Irmãos, S.A. e uma apresentação mais pormenorizada da UI De Sousa, uma vez que é nesta organização que o projeto foi desenvolvida.

O quarto capítulo diz respeito à apresentação do projeto propriamente dito. Numa primeira fase são descritos os processos de fabrico que serão envolvidos pelo sistema MES proposto. Depois, é caracterizado o fluxo de operações no estado “atual”, ou seja, são descritas todas as operações dos processos envolvidos pelo sistema MES, antes de este ser implementado. Em seguida, é caracterizado o fluxo de operações “futuro”, ou seja, são descritas todas as operações dos processos envolvidos pelo sistema MES, uma vez implementado. Neste capítulo também são abordados requisitos específicos para a implementação do sistema MES.

Finalmente, no último capítulo, são feitas as conclusões da dissertação e avaliados os resultados obtidos. O intuito é perceber se o sistema desenhado cumpre com os objetivos inicialmente traçados, e se as necessidades identificadas são satisfeitas pelo sistema MES proposto.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. EVOLUÇÃO HISTÓRICA DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Antes de 1900, havia poucos exemplos de sistemas de apoio à produção em grande escala, sendo o controlo de processo apenas imposto pelo *layout* e pela natureza física da fábrica. A competitividade, comparada com os dias de hoje, era praticamente nula, estando o foco da organização centrado no número de peças produzidas e não na eficácia ou eficiência dos processos envolventes.

Nos anos 10, 20 e 30 do século XX, o setor Industrial viu despoletar a sistematização da produção em massa e suas atividades relacionadas (McKay, 2003). Os textos escritos nesta época já descrevem temas como: programas de incentivos (Gantt, 1910), como organizar os recursos de uma forma funcional (Diemer, 1910 & Kimball, 1913), produção em massa e melhoria contínua (Ford, 1926), análise de *stocks* (Erlenkotter, 1989), gestão da cadeia de abastecimento (Nash, 1928), controlo estatístico do processo (Shewhart, 1931) e reconfiguração de linha de produção (Barnes, 1931 & Koepke, 1941).

Tal como afirmou Alford (1934), a maioria das fábricas tinham atividades básicas e não necessitavam do conjunto de ideias expostas anteriormente, sendo o controlo físico e tecnológico completamente rudimentar. O maior esforço da gestão da produção estava concentrado na rastreabilidade e controlo básico das operações. Praticamente um século depois, estas questões ainda são preponderantes em várias organizações e são uma das razões para as organizações implementarem sistemas ERP.

Nos anos 50 e 60, as fábricas com alta variedade de produto e complexidade de processos tinham enormes dificuldades em realizar tarefas de calendarização e planeamento. Koepke (1941) descreveu uma fábrica, com aproximadamente 30 pessoas, onde criou um planeamento de duas semanas. A quantidade de papel e esforço manual que teve de usar revelou-se esgotante e ineficaz.

Devido a esta situação, as fábricas sentiram necessidade de encontrar um sistema que ajudasse nas tarefas de planeamento e demais atividades, dando origem ao aparecimento do sistema *Material Requirements Planning* (MRP).

De acordo com Rashid, Hossain & Patrick (2002) um sistema MRP envolvia o planeamento das necessidades de produtos ou peças, de acordo com um programa de produção estabelecido.

Segundo Orlicky (1975), nos anos 70, cerca de 150 organizações já usavam sistemas MRP e este número aumentaria para 700 em 1975. A utilização deste sistema computadorizado era considerada um grande desenvolvimento na indústria.

Nesta época, a produção já não era elaborada de forma simples e rudimentar. Havia vários modelos implementados, várias opções e o processo de fabrico tornara-se complexo. Não era mais possível haver equipamentos para um só produto e muitas fábricas adotaram um estilo de produção mais funcional. Os responsáveis pelas organizações chegaram à conclusão que se a existência de um *layout* funcional e o controlo básico da produção fossem para serem mantidos, a abordagem básica MRP era a resposta a essa necessidade.

Já na década de 80, o MRP evoluiu para MRP II, o que pressupõe um melhoramento na satisfação das operações das fábricas. Este sistema tinha como ênfase a otimização de processos de fabrico através da sincronização de materiais com requisitos de produção. O MRP II já incluía áreas como chão de fábrica e gestão de distribuição, gestão de projeto, finanças, recursos humanos e engenharia (Rashid, Hossain & Patrick, 2002).

Contudo, ambos os sistemas revelaram-se insuficientes na satisfação total satisfação das organizações. Hopp e Spearman (2001) afirmam que o principal problema associado ao MRP e MRP II prende-se com o facto do *lead time* ser utilizado independentemente do estado da fábrica, ou seja, revelou ser um sistema estático, quando a generalidade das fábricas está em constante mudança e alteração. Como tal, os MRP e MRP II revelaram não ser a resposta para as necessidades mais gritantes das fábricas.

No final da década de 80 e início dos anos 90, surge o aparecimento dos sistemas ERP, no sentido de colmatarem as falhas já identificadas pelos sistemas MRP e MRP II. O sistema ERP era baseado tecnologicamente nos sistemas MRP e MRP, mas integrava vários processos de negócio, como produção, distribuição, contabilidade, finanças, gestão de recursos humanos, gestão de projetos, gestão de inventário, serviços, manutenção e transporte, providenciando acessibilidade,

visibilidade e consistência ao longo de toda a organização (Rashid, Hossain & Patrick, 2002).

Ao longo dos anos 90 e inícios do século XXI, os sistemas ERP foram evoluindo, adquirindo novas funcionalidades, como CRM e SCM, dando origem a ERPs extensos, também denominado por ERP II. A figura 1 ilustra a evolução dos sistemas de apoio à produção a partir de 1970.



2000s	Extended ERP
1990s	Enterprise Resource Planning (ERP)
1980s	Manufacturing Resources Planning (MRP II)
1970s	Material Requirements Planning (MRP)

Figura 1: A evolução de sistemas de apoio à produção (Rashid, Hossain & Patrick, 2002)

2.2. INFORMAÇÃO, FLUXO DE INFORMAÇÃO E SUA IMPORTÂNCIA

Na era da globalização e da digitalização, o setor da indústria é desafiado por um mercado exigente e volátil, bem como por um ambiente diariamente mais competitivo. Os sistemas de apoio à produção devem ser direcionados para responderem a estas necessidades, de uma forma flexível (Blanc, Demongodin, & Castagna, 2008).

Para que os sistemas de apoio à produção possam ser direcionados e implementados de forma conveniente, é necessário, em primeiro lugar, configurar os diversos fluxos de informação eficientemente.

Checkland (1988) definiu informação como um conjunto de dados utilizáveis, inferências sobre dados ou descrição de dados. Zhang (1998) definiu informação como o processo de comunicação ou algo relacionado com comunicação. Para

O'Brien e Marakas (2007), a informação é um conjunto de dados transformados em algo que é útil para determinado utilizador.

De acordo com Al-Hakim (2008), a informação é tão importante para a existência das organizações que é metaforicamente relacionada ao oxigénio com o ser humano.

Segundo Kotler e Armstrong (2013), num ambiente de negócios, a informação é necessária por 4 motivos (ver figura 2):

1. **Concorrência:** conhecer a concorrência, as suas melhores práticas e perceber a sua quota de mercado;
2. **Planeamento Estratégico:** planejar todo o conjunto de operações, através de informações precisas e oportunas;
3. **Necessidades do Consumidor:** perceber as necessidades do consumidor, com o objetivo de as satisfazer, por forma a obter o maior proveito da relação com o cliente alvo.
4. **Ambiente de Marketing:** perceber novas tendências, novas formas de relação com o consumidor;

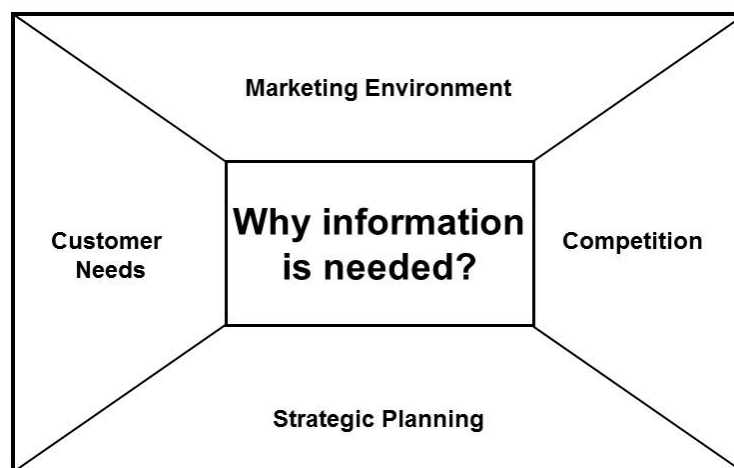


Figura 2: Importância da Informação (Adaptado de Kotler, & Armstrong, 2013)

Harsh *et al.* (1981) defendem a existência de 4 tipos de informação e que todos os tipos de informação são um importante contributo para sistemas de gestão de informação. Os 4 tipos de informação são os seguintes:

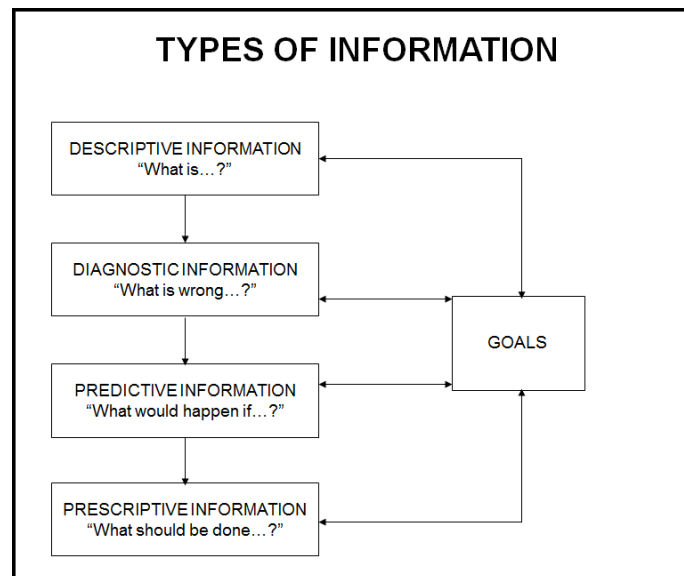


Figura 3: Quatro tipos de informação (Harsh, 1981)

1. **Informação descritiva:** descreve o estado do negócio num particular espaço de tempo. Esta informação é muito importante para os gestores, uma vez que sem a existência dela, muitos problemas não seriam identificados;
2. **Informação diagnóstica:** resulta num tipo de informação que relaciona o estado atual com o estado desejado. Estando um determinado problema diagnosticado, o gestor fica em condições de determinar o curso de ações apropriadas, incluindo não fazer nada;

3. **Informação preditiva:** permite definir problemas ou antecipar problemas com antecedência. Este género de informação possibilita a redução de risco e incerteza por parte dos gestores;
4. **Informação prescritiva:** direciona-se para responder à questão “o que deve ser feito” A informação preditiva por si só não ajuda ao processo de tomada de decisão. Uma avaliação dos resultados previstos, juntamente com os valores e objetivos da gestão, providenciam a base para a tomada de decisão.

Segundo Braman (1989), a informação é usada e analisada de 4 formas diferentes: como um recurso, como uma mercadoria, como uma percepção de padrões e como uma força construtiva na sociedade.

Em organizações orientadas pelo lucro, a informação é um fator crucial que determina o crescimento e prosperidade, e o fluxo de informação é considerado como o sangue dos processos (Krovj et al., 2003).

O fluxo de informação é definido pela lógica de um sistema de distribuição feito de agentes e suas relações, isto é, a informação apenas flui entre duas partes que se conectam ou relacionam e é definido por um conjunto de regras e comportamentos estruturais (Barwise & Seligman, 1997).

Nas organizações, a informação flui de forma verbal, escrita e eletrónica (Yazici, 2002), de um emissor para um recetor (Westrum, 2004) e está dependente no acesso a recursos de informação (Atani & Kabore, 2007). A informação também se move entre: (i) indivíduos numa organização ou organizações; (ii) departamentos diferentes; (iii) várias organizações; (iv) uma organização e seu ambiente (Henczel, 2001).

O primeiro passo numa análise do fluxo de informação é modelar o atual fluxo (MacIntosh, 1997) para criar a impressão digital da estrutura de comunicação da organização (Ciborra, Gasbarri & Maggiolini, 1978; Ellis, 1979; Michael & Massey, 1997; Yazici, 2002). Esta atividade é tipicamente precedida da recolha de dados dos processos da organização, através de técnicas como entrevistas ou inquéritos

(Cerullo, 1979; MacIntosh, 1997; Pingnot, Shanteua, & Sengstacke, 2009; Stapel, Schneider, Lubke & Flohr, 2007).

Em seguida, inicia-se o processo de modelação dos dados recolhidos e desenho do fluxo futuro. A modelação é uma abordagem clássica para perceber problemas complexos. Um modelo é uma representação abstrata da realidade até um determinado nível de detalhe (Michael and Massey, 1997; Ball, Allbores, & Macbryde, 2004).

O modelo do fluxo de informação é um processo que descreve como a informação é transferida, passo a passo, ao longo dos canais de comunicação de uma organização (Black & Brunt, 1999; Hibberd & Evat, 2004). Isto pode ser feito matematicamente (Collins, Bradley, & Yassine, 2010) e esquematicamente (Albino et al., 2002) para ajudar as organizações a estruturar a informação, priorizando o fluxo de informação (Pentland, 2004).

Um dos modelos utilizados para mapear informação prende-se com a utilização da *Unified Modeling Language* (UML). Kusek, Desic e Gvozdanovic (2001) definem a linguagem UML como uma linguagem gráfica utilizada para visualização, especificação, construção e documentação sistemas intensivos de *software*. Os autores acrescentam que a linguagem UML oferece uma forma padrão de escrever modelos de sistemas, cobrindo aspetos conceituais, classes escritas em uma linguagem de programação específica, esquemas de base de dados e componentes de *software* reutilizáveis. A linguagem UML é uma notação padrão, usado por todos os envolvidos na produção, desenvolvimento e manutenção de *software*. Eriksson e Penker (*no date*) afirmam também que a linguagem UML rapidamente foi adotada como a linguagem de modelação *standard* para sistemas de informação.

A linguagem UML possui diagramas que são usados para obter todas as visões e aspetos do sistema. Segundo Vargas (*no date*), os diagramas dividem-se em duas classes principais:

- **Diagramas Estruturais:** utilizados para visualizar, especificar, construir e documentar os aspetos estáticos do sistema;
- **Diagramas Comportamentais:** utilizados para relacionar alterações de comportamento das classes.

Um outro modelo utilizado para mapear informação é o fluxograma. De acordo com o *Institute for Healthcare and Improvement* (2004) os fluxogramas permitem desenhar o estado de um processo, permitindo ao utilizador perceber melhor o processo e desenvolver ideias, de forma mais rápida, sobre como melhorá-lo.

Segundo o *Institute of Distance & Open Learning* (no date), os fluxogramas são usados para análise, desenho, documentação ou gestão de um processo ou programa em diversos ramos. As principais vantagens associadas à utilização de fluxogramas são:

- **Comunicação:** os fluxogramas são a melhor maneira para comunicar a lógica de um sistema para todos os interessados;
- **Análise eficaz:** com o auxílio de um fluxograma, os problemas são analisados de forma mais eficaz;

De acordo com o Howard (2003), é possível criar um fluxograma com alto nível de progresso utilizando apenas os 4 símbolos (terminal, atividade, decisão e documento) ilustrados na figura 4. Cada símbolo é ligado ao seguinte através de setas verticais ou horizontais, no sentido positivo, ou seja, de acrescentar valor a cada etapa.



Figura 4: Os quatros símbolos mais importantes no processo de mapeamento

A modelação do fluxo de informação nas organizações é motivada pela necessidade de perceber melhor como organizar e coordenar processos, eliminar processos redutores, minimizar duplicação de informação e gerir a partilha de informação (Szczerbicki, 1991, Howells, 1995). É também necessário perceber as barreiras de comunicação entre os departamentos, que resultam em processos organizacionais subaproveitados e inflexíveis (Barua, Ravindran, & Whinston, 1997). Esta estruturação é importante, porque os modelos ajudam os analistas a comunicar de forma eficaz sobre assuntos complexos (Hansen *et al.*, 1978) e um entendimento

melhor dos processos organizacionais é vital para avaliar a *performance* de uma organização (Hsieh & Woo, 2000; Hartley, Shepperd, & Bosanquet, 2002).

A modelação do fluxo futuro pode ser implementada, recorrendo à técnica de simulação. A simulação tem sido usada para vários propósitos na indústria. Ela é usada para planeamento estratégico da capacidade, projeto de sistemas de automação, processos de validação industriais e evolução de vários cenários industriais. Pode ainda ser usada para analisar como a *performance* do sistema é afetada pela configuração do *layout*, o número de recursos de utilização de material usado, as políticas de controlo operacional, e o uso de diferentes tipos de sistemas de utilização de material.

Uma vez que os diferentes fluxos de informação estejam modelados e configurados, o passo seguinte diz respeito à implementação do sistema propriamente dito.

2.3. MANUFACTURING EXECUTION SYSTEMS

Rabbani *et al.* (2013) afirmam a construção de sistemas de apoio à produção tornou-se num enorme desafio, uma vez que estes tornaram-se mais complexos, exigindo que o próprio sistema seja mais flexível e dinâmico.

De acordo com a *Manufacturing Enterprise Systems Association*, entende-se por sistema MES como um sistema de informação dinâmico que impulsiona a execução eficaz de operações de produção. Através da utilização de dados em tempo real e precisos, o sistema MES orienta ações e cria relatórios sobre as atividades da fábrica, bem como eventos que eventualmente ocorram. O conjunto de funções do sistema MES gera as operações de produção desde o início do processo até à fase de entrega do produto acabado. O sistema MES também pode fornecer informações sobre as atividades de produção a várias pessoas na organização, bem como a diversos agentes ao longo da cadeia de abastecimento, através de comunicação bidirecional.

As principais funcionalidades de um sistema MES são as seguintes (Rabbani *et al.*, 2013):

- **Logística:** movimentação de bens nos vários processos;
- **Execução de ordens de fabrico:** executa ordens de produção, com base em encomendas, de acordo com a programação do sistema;
- **Planeamento:** planeia o conjunto de operações para cada atividade;
- **Gestão de recursos:** seleção dos recursos certos, no tempo certo, resultando na atividade certa para uma determinada OF;
- **Recolha de dados:** os dados são recolhidos através de vários tipos de sensores, dando um conjunto de informações sobre o chão de fábrica;

Uma consequência da implementação bem sucedida de um sistema MES prende-se com a obtenção de rastreabilidade dos produtos.

Atualmente, num ambiente em que as organizações competem umas com as outras, com base na satisfação do consumidor, a rastreabilidade é um instrumento indispensável na obtenção de vantagem competitiva. Os benefícios diretos são cadeias de abastecimento otimizadas e segurança do produto.

Golan *et al.* (2004) mencionaram que a definição de rastreabilidade é necessariamente ampla, porque esta pode ser uma ferramenta para atingir diferentes objetivos. Portanto, várias definições de rastreabilidade e suas classificações podem ser encontradas. De acordo com a ISO 8402 (1994), a rastreabilidade é definida como a “capacidade de traçar o histórico, a aplicação ou a localização de uma entidade por meio de informações previamente registadas”. Na ISO 9000 (2005), a definição é estendida à capacidade de seguir o histórico, aplicação ou localização do produto a ser considerado. As novas orientações da ISO especificam que a rastreabilidade pode referir-se à origem dos materiais e suas peças, o histórico dos processos e distribuição e localização do produto pós-entrega. Olsen e Borit (2013) redefiniram rastreabilidade, baseados nas definições das ISO já mencionadas, como a capacidade de aceder a qualquer informação de um determinado produto, ao longo de todo o seu ciclo de vida, através de informações previamente registadas. De acordo com Regattieri *et al.* (2007), a rastreabilidade é um conceito relacionado com todos os produtos e com todos os tipos de cadeias de abastecimento.

Karlsen, Olsen e Donnelly (2010) sublinharam que a rastreabilidade não é o produto nem a informação do processo em si, mas é a ferramenta que torna possível encontrar essa informação novamente, numa data mais tardia. A informação relativa a dados na origem pode ser usada no fim da cadeia de abastecimento (ex: processo de encomenda para definir os requisitos de um produto encomendado) ou no início da cadeia de abastecimento (ex: processos de entrega para especificar características do produto).

Um sistema que consiga transmitir informação precisa, oportuna, completa e consistente, sobre produtos ao longo da cadeia de abastecimento, pode reduzir significativamente os custos de operação e aumentar a produtividade. Ao mesmo tempo, tal sistema promove a segurança dos consumidores ao providenciar informação detalhada sobre a origem de um produto, os seus componentes e o seu historial (Regattieri *et al.*, 2007).

Vários autores como Sahin, Dallery e Gershwin (2002), bem como Morissey e Almonacid (2005), consideram que as Tecnologias de Informação são um ponto fulcral que pode revolucionar a rastreabilidade do produto.

Golan *et al.* (2004) sugeriram que um sistema de rastreabilidade eficiente deve ser categorizado pela sua largura (isto é, a quantidade de informação recolhida), profundidade (quão antes ou quão depois o sistema rastreia informação relevante) e precisão (grau de certeza para apontar um determinado movimento do produto) para estar apto a compatibilizar custos e benefícios.

Em 1998, Moe explicou que a rastreabilidade pode ser vista de duas formas: rastreabilidade interna, que rastreia internamente na cadeia de abastecimento, ou rastreabilidade externa, que rastreia o historial de um lote ao longo do seu ciclo produtivo e pós-produtivo. Dependendo da direção em que a informação é recolhida na cadeia, a rastreabilidade “para trás” é a capacidade, em cada ponto da cadeia de abastecimento, de encontrar a origem e características de um produto, baseado em um ou vários critérios. Em contraste, a rastreabilidade “para a frente” é a capacidade, em qualquer ponto da cadeia de abastecimento, de encontrar a localização de produtos através de um ou vários critérios. É importante para um sistema de informação suportar ambos os tipos de rastreabilidade, à medida que a eficácia de um tipo não implica necessariamente a eficácia do outro (Kelepouris, Pramataris, & Doukidis, 2007).

De acordo com Jansen-Vullers, Van Drop e Beulens (2003), a rastreabilidade pode ser vista com um sentido passivo e um sentido ativo, com base na sua utilização. No sentido passivo, a rastreabilidade disponibiliza a visibilidade sobre onde estão todos os itens em todos os tempos. Mas, no sentido ativo, a rastreabilidade é usada para otimizar e controlar processos em e entre diferentes partes da cadeia de abastecimento, para além de manter registros históricos por meios previamente identificados.

A garantia da rastreabilidade é apenas uma das vantagens associadas à implementação de um sistema MES. De acordo com o relatório *The Benefits of MES – A Report from the Field* (1997), o maior benefício do sistema MES para as organizações tem que ver com a obtenção de dados em tempo real e precisos melhorarem o processo de decisão, resultando em ações que melhoram o atendimento ao cliente e reduzem o tempo de ciclo de todas as atividades envolvidas pelo sistema MES.

O mesmo relatório aponta que as vantagens associadas ao sistema MES são:

- Reduzir tempo de ciclo;
- Reduzir ou eliminar tempo de entrada de dados;
- Reduzir *Work in Progress* (WIP);
- Reduzir ou eliminar quantidade de informação em formato papel;
- Reduzir *Lead Time*;
- Melhorar qualidade do produto (ou reduzir número de defeitos);

Frasier (2004) realizou um estudo sobre a rentabilidade em 106 organizações dos Estados Unidos da América, de áreas tão diversas como aeronáutica, automóvel, eletrónica, metalomecânica, entre outras. Destas 106 organizações, 58 têm implementado um sistema MES, enquanto as restantes 48 não têm. A escolha do parâmetro rentabilidade tem que ver com o facto de este ser um indicador base de sucesso para a maioria das organizações. O estudo conclui que, num espaço de três anos, as organizações que possuem um sistema MES aumentam a sua rentabilidade em 350%, enquanto as organizações que não possuem um sistema MES apenas aumentam a sua rentabilidade em 86%.

2.4. DESAFIOS NA IMPLEMENTAÇÃO DE UM ERP

A implementação de um ERP é um processo caro e com um risco de sucesso relativo. Como tal, é necessário avaliar os fatores que podem influenciar a validade da implementação do sistema numa determinada organização.

De acordo com Umble, Haft & Umble (2003) existem oito fatores diretamente associados ao sucesso na implementação de um sistema de informação. Os fatores são os seguintes:

1. Compreensão clara dos objetivos estratégicos

Numa organização, as pessoas que ocupam os cargos chave para a implementação de um ERP devem criar uma visão clara e coerente de como a organização deve operar no sentido de satisfazer as necessidades dos clientes, fornecedores e operadores. Para além do mais, deve haver uma definição dos objetivos e expectativas a obter com a implementação do sistema. Finalmente, a organização deve definir a razão da implementação do sistema e quais os setores que estarão afetos ao novo sistema.

2. Compromisso da gestão de topo

Implementações de sucesso requerem uma forte liderança, comprometimento e participação por parte da gestão de topo. É a gestão de topo que toma as decisões estratégicas relacionadas com o projeto, aprovando custos e exigindo retornos. Como tal, o projeto de implementação de um ERP deve ter sempre a participação ativa de, pelo menos, um elemento executivo da organização.

3. Excelente gestão de projetos

A implementação de um sistema de informação bem sucedida requiere que a organização tenha uma gestão de projetos excelente. Esta gestão de projetos excelente pressupõe uma clara definição dos objetivos, um

desenvolvimento de um plano de ações e uma monitorização cuidadosa do progresso do projeto. O plano de ações deve ter metas ambiciosas, mas, ao mesmo tempo, realistas, no sentido de manter a sensação de urgência de implementação do ERP.

A existência de objetivos e de um plano de ações prende-se com a necessidade da organização otimizar recursos, levando ao cumprimento do orçamento disponibilizado para o projeto. Caso não existisse um plano de ações, o projeto seria de difícil execução e o seu progresso estaria seriamente comprometido.

4. Gestão de mudança na organização

A implementação de um novo sistema, por muito simples que seja, provoca sempre alterações na cultura e estratégia de uma organização. Como tal, a execução de um ERP pode provocar a alteração de processos chave duma organização, bem como o desenvolvimento de novos processos para suportar os novos objetivos da organização.

Infelizmente, muitos administradores vêm a implementação de ERPs como apenas sistemas de *software*, provocando apenas uma alteração tecnológica. Este é um dos principais problemas associados à sua implementação. O objetivo primordial de um ERP deve ser a melhoria do negócio, não a execução de novo *software* por si só.

Para além do mais, a implementação de ERPs pode causar reações muito negativas no interior das organizações, tais como resistência ou negação. Contudo, se forem utilizadas técnicas de gestão de mudança apropriadas, a organização estará mais bem preparada para envolver-se com novas oportunidades potencializadas pelo novo sistema. Em suma, a organização deve ser suficientemente flexível para tirar total partido das oportunidades geradas pelo ERP.

5. Excelente equipa de implementação

A implementação de ERP deve ser acompanhada por equipas compostas por profissionais de primeira linha, que são escolhidos pelas suas capacidades, histórico, reputação e flexibilidade. A esta equipa deve ser confiada uma grande responsabilidade de tomada de decisão, mas a gestão de topo deve estar em constante comunicação com a equipa por forma a potencializar uma boa tomada de decisão.

As responsabilidades da equipa estão relacionadas com a criação do plano de ações e sua monitorização, distribuição de responsabilidades para as várias atividades e determinar os prazos para cada uma dessas atividades. A equipa também é responsável por garantir que a organização disponha de todos os recursos necessários para uma implementação do sistema bem sucedida.

6. Precisão dos dados

A precisão dos dados recolhidos pelo ERP é um ponto fulcral no sucesso do mesmo. Maus dados podem ter um impacto muito negativo na performance da organização, pelo que é necessário sensibilizar e formar os utilizadores do sistema para a importância da precisão dos dados e para a importância do cumprimento dos procedimentos de *input* de dados ao sistema.

Os ERPs também requerem que todos na organização trabalhem com o novo sistema. Os colaboradores devem estar convencidos que a organização está totalmente comprometida em utilizar o novo sistema e não permitirá a continuidade da utilização de sistemas antigos. Qualquer sistema antigo deve ser eliminado, por forma a garantir que não haja operadores a utilizá-los.

7. Formação e treino extensivo

A formação é provavelmente o ponto mais consensual relativamente ao impacto positivo que tem a implementação de um ERP, devido à importância

do conhecimento do utilizador. Se os operadores não perceberem um sistema na sua totalidade, eles próprios criarão as suas próprias metodologias usando partes separadas do sistema, não estando a usufruir do seu potencial máximo.

Os benefícios totais de um ERP não podem ser alcançados enquanto o utilizador final não souber utilizá-lo apropriadamente. Para dar formação ao utilizador final de uma forma eficiente, é necessário que essa formação comece cedo, sendo desejável que o começo da formação seja antes da própria implementação do sistema.

A gestão de topo deve estar totalmente comprometida em garantir o financiamento adequado da formação dos utilizadores ao novo sistema e incorporar os seus gastos como parte do orçamento da implementação do sistema. McCaskey & Okrent (1999) sugeriram que reservar de 10% a 15% do orçamento total da implementação do ERP para a formação dos utilizadores dará à organização uma probabilidade de 80% de uma implementação bem sucedida.

Finalmente, é importante referir a necessidade de existir formação pós-implementação, isto é, dar formações periódicas aos utilizadores após o sistema ter sido implementado. Estas formações periódicas poderão ajudar a encontrar problemas com o sistema implementado e delinear melhorias possíveis.

8. Indicadores de desempenho focalizadas

Os indicadores de desempenho que avaliam o impacto do novo sistema devem ser cuidadosamente construídos. Os indicadores devem estar relacionados com tempos de entrega, margens de lucro, rotação de *stocks*, *performance* de vendas, entre outros.

Os indicadores de evolução do projeto devem estar incluídos desde o início. Se a implementação do ERP não estiver relacionada com algum tipo de compensação, a sua implementação será mais complicada. Por exemplo, se todos os gestores receberem os seus aumentos e bónus no ano seguinte,

mesmo que o sistema ainda não esteja implementado, a implementação bem sucedida do ERP será menos provável.

É importante também referir que as organizações devem estar preparadas para um possível declínio na produtividade, assim que o novo sistema de informação esteja implementado, devido à complexidade e dificuldade associada a qualquer alteração numa organização. À medida que a familiaridade com o novo sistema aumenta é expectável que as melhorias aconteçam.

Além dos pontos apresentados anteriormente, Nah e Delgado (2006) enfatizam que a comunicação é um aspeto chave na implementação bem sucedida de um ERP, afirmando que expectativas e objetivos devem ser comunicadas eficientemente a todos os *stakeholders*. Estes autores apontam que é muito importante que os *stakeholders* percebam as capacidades e limitações de um sistema ERP, visto que, por vezes a implementação destes sistemas acaba por falhar, devido a expectativas demasiado altas.

Mandal e Gunasekaran (2003) afirmam também que na implementação de um ERP devem ser cumpridos três pontos básicos: haver um objetivo claro do projeto; compreensão da natureza das alterações; e conhecimento do risco do projeto. Para além do mais, Mandal e Gunasekaran (2003) partilham a opinião de outros autores já mencionados, indicando que é mais provável um projeto de implementação de um ERP falhar devido a má comunicação entre técnicos e clientes, do que por problemas técnicos no sistema. Estes autores também afirmam que a implementação de um novo sistema poderá mudar a forma como as pessoas trabalham, o que é um potencial entrave ao sucesso da implementação.

Por fim, Motwani, Mirchandani, Madan & Gunasekaran (2002) concluem que a implementação cautelosa e iterativa, suportada por gestão de mudança cuidadosa, eficiente comunicação entre os diversos atores e aptidão para adotar uma nova cultura, podem levar ao sucesso da implementação do ERP.

A tabela 1 relaciona os diferentes desafios encontrados na implementação de um ERP com os autores mencionados.

Tabela 1: Desafios na implementação de um ERP por autor

Desafio	Umble, Haft & Umble (2003)	Nah e Delgado (2006)	Mandal e Gunasekaran (2003)	Motwani, Mirchandani, Madan & Gunasekaran (2002)
Compreensão clara dos objetivos estratégicos	✓	✓	✓	✓
Compromisso da gestão de topo	✓	✓		
Excelente gestão de projetos	✓	✓	✓	
Gestão de mudança na organização	✓	✓	✓	✓
Excelente equipa de implementação	✓	✓	✓	✓
Precisão de dados	✓	✓		
Formação e treino extensivo	✓		✓	✓
Indicadores de desempenho focalizados	✓			
Comunicação	✓	✓	✓	✓
Aptidão para adotar nova cultura		✓	✓	✓

3. AMORIM & IRMÃOS, S.A.

3.1. CRONOLOGIA

A 11 de Março de 1922, os nove filhos do casal de António Alves Amorim e Ana Pinto Alves fundaram a Amorim & Irmãos, Lda., sendo o capital social da empresa avaliado em cerca de 90 mil escudos (450 euros). A Amorim & Irmãos, Lda. deu início ao universo de empresas que é hoje o Grupo Amorim, sendo que esta segunda geração da família (a primeira geração já tinha iniciado atividades no negócio das rolhas de cortiça) imprimiu um novo dinamismo à atividade desenvolvida e potencializou a empresa para o domínio do setor a nível nacional.

Em 1930, guiados por um forte espírito empreendedor, a Amorim & Irmãos, Lda., já exportava para vários países da Europa, Ásia e América, contando, para isso, com cerca de 150 operários nas suas instalações. Numa década marcada por dificuldades económicas e sociais por toda a Europa, a Amorim & Irmãos Lda. começou por implementar políticas de apoio social, através da criação de um refeitório para os funcionários e também de um posto médico. Apesar de atualmente estas medidas serem de prática comum, à época elas revelaram-se inovadoras.

Em 1953, a terceira geração Amorim assumiu o comando da Amorim & Irmãos, Lda., constituída pelos irmãos José, António, Joaquim e Américo. Contudo, é o irmão Américo que assume o papel de destaque no grupo. A missão principal desta geração era revolucionar a indústria corticeira portuguesa, despoletando a Amorim & Irmãos Lda., para a liderança nacional e mundial do setor.

Guiado por tamanha missão, em 1958, Américo Amorim viajou para a União Soviética, no sentido de estreitar relações com empresários daquela zona geográfica. Como principal consequência dessa viagem, a Amorim & Irmãos, Lda. tornou-se o maior exportador português para o Leste da Europa. Já em 1969, a empresa é oficialmente considerada líder nacional, quer na quantidade, quer na qualidade da produção.

Em 1988, a Amorim & Irmãos, S.A., juntamente com mais 3 empresas do grupo Amorim, lançou uma oferta pública de venda de ações representativas do seu capital social na Bolsa de Valores de Lisboa.

Em 2001, António Rios de Amorim sucedeu a Américo de Amorim na liderança do Grupo Amorim (onde está incluída a Amorim & Irmãos, S.A.), com apenas 34 anos. Com vista a apostar na racionalização de custos, centralização de serviços e uniformização de processos, iniciou-se um processo de reestruturação no universo de fábricas da Unidade de Negócio Naturais em 2002. A Amorim & Irmãos, S.A. liderou um processo de fusão com as outras unidades fabris, que até aqui operavam autonomamente no mercado.

Em 2011, o Instituto *Kaizen* distinguiu a produtividade e eficiência operacional de uma das Unidades Industriais da Amorim & Irmãos, S.A., na categoria “Excelência na Produtividade”.

Atualmente, a Amorim & Irmãos, S.A. contém 9 unidades industriais em Portugal e 17 unidades industriais espalhadas por Argentina, Austrália, Alemanha, Áustria, África do Sul, Bulgária, China, Chile, Estados Unidos da América, Espanha, França, Hungria, Itália e Moldova.

Nas UI portuguesas trabalham cerca de 1000 colaboradores, que geraram volume de negócios a rondar os 260M€ no ano de 2014.

3.2. MISSÃO, VISÃO E VALORES

A Missão, Visão e Valores da Amorim & Irmãos, S.A., são extensíveis à Corticeira Amorim, S.G.P.S, S.A., uma vez que toda ela opera no ramo da cortiça.

Missão

Acrescentar valor à cortiça, de forma competitiva, diferenciada e inovadora, em perfeita harmonia com a Natureza.

Visão

Remunerar o capital investido de forma adequada e sustentada, com fatores de diferenciação a nível do produto e do serviço e com colaboradores com espírito ganhador.

Valores

Os valores da Amorim & Irmãos, S.A. têm vindo a sofrer alterações ao longo das últimas décadas, acompanhando também a própria evolução da organização. Os valores guiam as ações da organização, explicitam os deveres dos colaboradores e, conseqüentemente, tornam-se muito importantes para todos que operam no Grupo. Os valores da Amorim & Irmãos, S.A. são os seguintes:

- Orgulho;
- Ambição;
- Iniciativa;
- Sobriedade;
- Atitude.

3.3. ORGANIZAÇÃO

A Amorim & Irmãos, S.A. é uma empresa líder à escala mundial. Como tal, existe uma complexidade de operações entre as suas unidades de negócio, sendo que uma UI pode atuar simultaneamente enquanto fornecedor e cliente para outras unidades de negócio do grupo. Em Portugal, existem oito, como se pode ver pela figura 5.

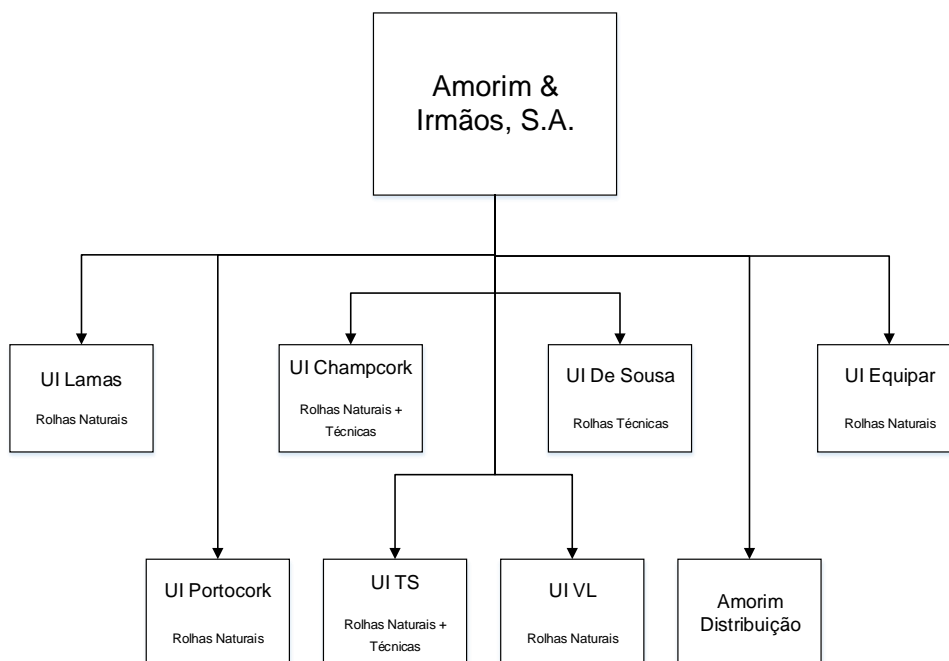


Figura 5: Organização da Amorim & Irmãos, S.A., em Portugal

3.4. UNIDADE INDUSTRIAL DE SOUSA

A principal atividade da Unidade Industrial De Sousa concentra-se na produção de rolhas técnicas. Este género de rolhas engloba 3 tipos de granulado: granulado RCT, granulado RN e granulado RA.

Cada tipo de granulado tem as suas especificidades, sendo necessário adaptar as operações em função do granulado a trabalhar. É importante realçar que esta unidade atua como um fornecedor de produto semi-acabado, ou seja, o seu produto final (granulado ou rolha) funciona como um produto intermédio para o seu cliente.

Geralmente, o cliente da UI De Sousa é uma empresa pertencente à Amorim & Irmãos, S.A.

No que diz respeito ao nível funcional e ao nível das infraestruturas, a UI De Sousa assenta nos seguintes pilares:

- a) **Direção Industrial:** dedicada ao controlo geral da unidade, desde o planeamento de produção, gestão da receção de encomendas, gestão de vendas, definição e monitorização dos KPI, entre outros;
- b) **Controlo da Qualidade:** dedicado à garantia da conformidade do produto e cumprimento dos requisitos do cliente. Apoia também a produção ao nível da monitorização do controlo de processo, analisa e responde a reclamações e suporta a realização de ensaios ou projetos de investigação e desenvolvimento associados à unidade;
- c) **Produção:** dedicada à fabricação do produto, onde os colaboradores diretos e indiretos trabalham diariamente com a gestão dos recursos disponíveis, em permanente contacto com os processos e seus problemas. A constante procura de melhoria do processo produtivo, o cumprimento das normas estabelecidas, a garantia de qualidade do produto e a motivação de todos os colaboradores, são o principal objetivo desta área da empresa, motivados ainda mais pelo programa CorkMAIS.

No que diz respeito ao processo produtivo, a unidade fabril encontra-se organizada de acordo com a figura 6

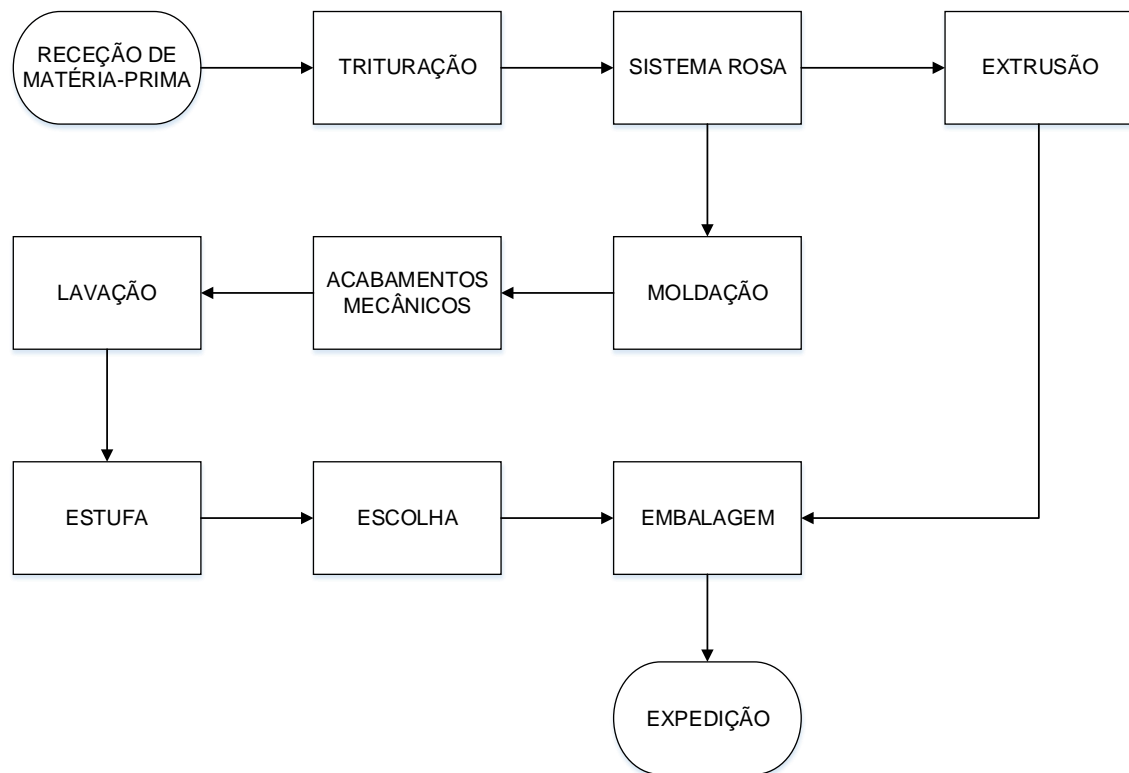


Figura 6: Fluxo do Processo Produtivo da UI De Sousa

Estas etapas são detalhadas de seguida.

Receção da Matéria-Prima - uma vez que a UI De Sousa trabalha com rolhas técnicas, a sua matéria-prima são as aparas. As aparas são rececionadas no armazém da apara, sendo depois reencaminhadas para o início do processo da Trituração.

Trituração - processo responsável pela transformação dos vários tipos de aparas em granulado.

Sistema Rosa - sistema à base de vapor, onde é realizada a preparação do granulado. O objetivo deste sistema consiste na redução dos níveis de TCA do granulado.

Moldação - processo responsável pela transformação do granulado em corpos, através de mistura à base de cola; Nas moldadoras, os corpos são extraídos dos moldes através da ação de uma prensa.

Extrusão - processo mecânico que visa conferir à rolha o aspeto final desejado. Nas extrusoras, o granulado é misturado com cola, dando origem a bastões de cortiça. Estes bastões são cortados com medidas previamente definidas, resultando na rolha final. Por norma, as rolhas que atravessam este processo têm calibre reduzido.

Acabamentos Mecânicos - conjunto de processos de transformação dos corpos em rolha, que contemplam, em cada linha, uma topejadeira, uma retificadora e uma chanfradeira;

Lavação - operação que combina vários agentes químicos. Tem como objetivo a descontaminação química e microbiológica da cortiça, conferindo também um aspeto mais homogêneo à rolha. Nem todas as rolhas atravessam este processo, uma vez que este pode não ser um requisito específico do cliente final.

Secagem - processo responsável pela secagem das rolhas, através de uma estufa com tapete rolante;

Escolha - processo responsável pela seleção de rolhas conformes. Muitas das rolhas que são consideradas defeituosas são reprocessadas em calibres de dimensões inferiores. O reprocessamento (ou rebaixamento) é um processo muito utilizado na

indústria rolheira e consiste na redução do calibre inicial da rolha, por forma a retirar o defeito identificado, podendo essa rolha ser reaproveitada como uma rolha conforme.

Embalagem - processo responsável pelo agrupamento temporário de rolhas em sacos, com o objetivo destas serem movimentadas para expedição ou para *stock* de segurança, em paletes.

Em seguida será introduzida uma nova secção, onde será abordada, de uma forma mais pormenorizada, o desenvolvimento e implementação do sistema MES alvo desta dissertação.

4. DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DO *MANUFACTURING EXECUTION SYSTEM* NA UNIDADE INDUSTRIAL DE SOUSA

4.1. ÂMBITO E OBJETIVO

Numa primeira fase, a Amorim & Irmãos, S.A. decidiu implementar um *Manufacturing Execution System* na Unidade Industrial de Sousa no final do ano de 2013. A implementação deste sistema de apoio à produção denominou-se MES Fase I e contemplou cinco áreas (ver figura 7).

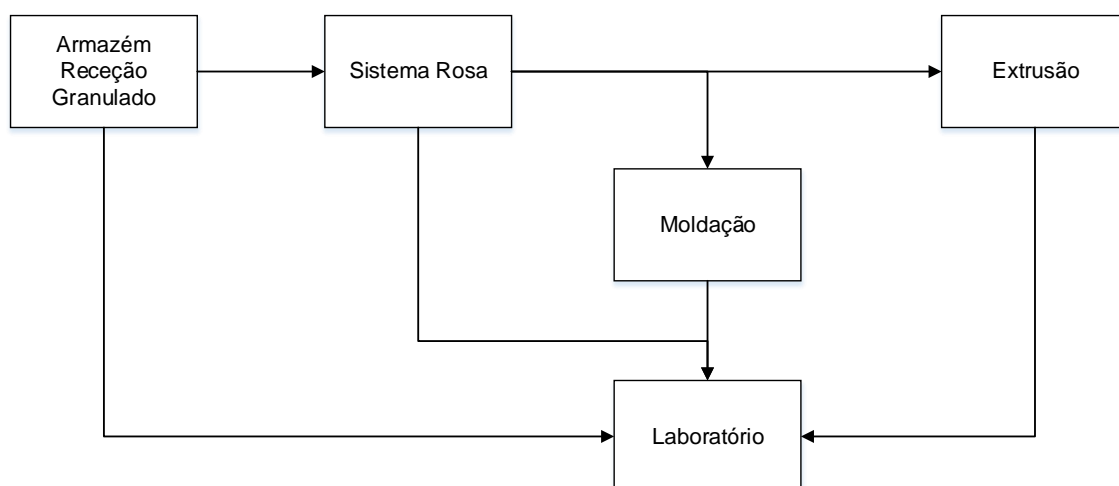


Figura 7: Áreas envolvidas no MES Fase I

Através da análise da figura 7, verifica-se que o Laboratório é uma área que está interligada com as restantes áreas, tendo em conta que em todas estas áreas há controlos de processo a realizar que são da responsabilidade do Laboratório. Também é importante referir que o Armazém de Receção de Granulado, como o próprio nome indica, consiste num armazém onde são rececionados lotes de granulado, provenientes da setor da Trituração ou de fornecedores externos que, uma vez aprovados pelo Laboratório, estão disponíveis para dar entrada no Sistema Rosa.

Uma vez implementada a 1ª Fase do sistema MES, a Amorim & Irmãos, S.A. decidiu estender este sistema aos restantes setores da unidade fabril, denominando-se projeto por sistema MES Fase II.

O conteúdo desta dissertação versará maioritariamente o sistema MES Fase II, que terá incorporado as áreas ilustradas na figura 8.

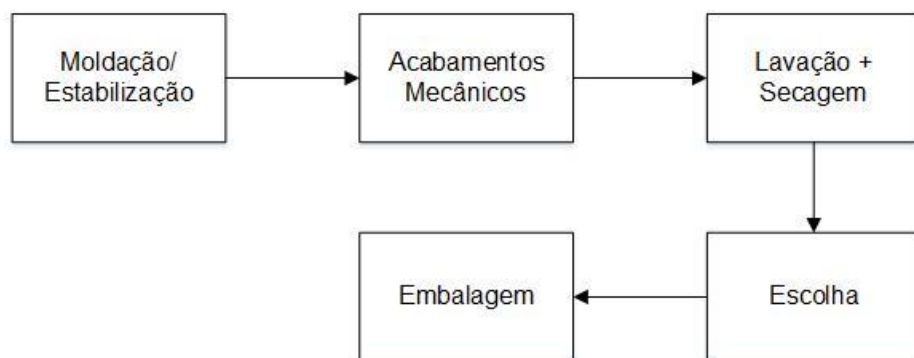


Figura 8: Áreas envolvidas no MES Fase II

Os principais objetivos a atingir com a implementação do MES Fase II são:

- a) Garantir e monitorizar a rastreabilidade dos corpos e seus produtos associados;
- b) Aumentar a robustez do controlo de processo;
- c) Apoiar a gestão de ordens de fabrico;

É importante também referir que a fábrica labora 24 horas por dia, num regime de três turnos (00h-08h; 08h-16h; 16h-24h).

4.2. DESCRIÇÃO DA ÁREA PRODUTIVA DO MES FASE II

Neste ponto serão descritos, de forma mais minuciosa, os diferentes processos que estão envolvidos no sistema MES apresentado nesta dissertação.

- **Moldação/Estabilização**

Esta área é composta pelo processo de Moldação, bem como uma área de estabilização de rolhas. Aqui existem nove moldadoras, onde cada uma produz cerca de 350 mil rolhas por dia. Cada moldadora deposita corpos para um cesto com capacidade média de 25 mil rolhas, sendo o cesto depois transportado para a zona de estabilização. Aqui, cada cesto tem de estabilizar durante 48 horas, antes de avançar para o processo seguinte.

- **Acabamentos Mecânicos**

Neste setor há 14 linhas de produção, cada uma com 3 máquinas (retificadora, topejadeira, chanfradeira). A gestão da entrada dos cestos deve respeitar o sequenciamento de FIFO, ou seja, os primeiros cestos que entram na zona da Estabilização devem ser os primeiros cestos a dar entrada na área dos Acabamentos Mecânicos, desde que tenham cumprido o período de estabilização de 48 horas.

- **Lavação e Secagem**

Apesar de se tratar de dois setores diferentes, a Lavação e a Secagem vão ser incorporados na mesma estrutura do sistema MES, visto que o operador responsável por ambas as áreas é o mesmo.

A Lavação contém três tambores de lavação diferentes, tendo cada tambor de lavação associado um silo de descarga. Os cestos dão entrada neste setor assim que estiver terminado o processo relativo aos Acabamentos Mecânicos.

No setor da Secagem existem duas estufas, sendo o abastecimento deste setor efetuado assim que os corpos tenham sido lavados.

Por vezes, há clientes que não querem que o seu produto seja lavado. Nestes casos, uma vez que os corpos tenham terminado o processo de Acabamentos Mecânicos, avançam diretamente para o setor da Escolha.

- **Escolha**

Na área relativa à Escolha estão instaladas 11 máquinas de escolha eletrônica e dois tapetes de escolha manual. Os cestos dão entrada neste setor assim que o processo de Secagem esteja concluído.

Terminado o processo de Escolha, os cestos avançam para o último processo antes da expedição.

- **Embalagem**

A Embalagem corresponde ao último setor antes da expedição do produto. Nesta área há duas linhas de produção, cada uma envolvendo um operador e uma máquina.

4.3. DESCRIÇÃO DO FLUXO ATUAL DAS OPERAÇÕES NO CHÃO DE FÁBRICA

No sentido de estudar o processo de implementação do projeto em consideração, decidiu-se, em primeiro lugar, estudar os diversos de fluxo operacionais das áreas afetas ao MES Fase II: Moldação/Estabilização, Acabamentos Mecânicos, Lavação + Estufa, Escolha e Embalagem.

Em seguida serão descritos os fluxos operacionais correspondentes a cada área.

4.3.1. MOLDAÇÃO/ESTABILIZAÇÃO

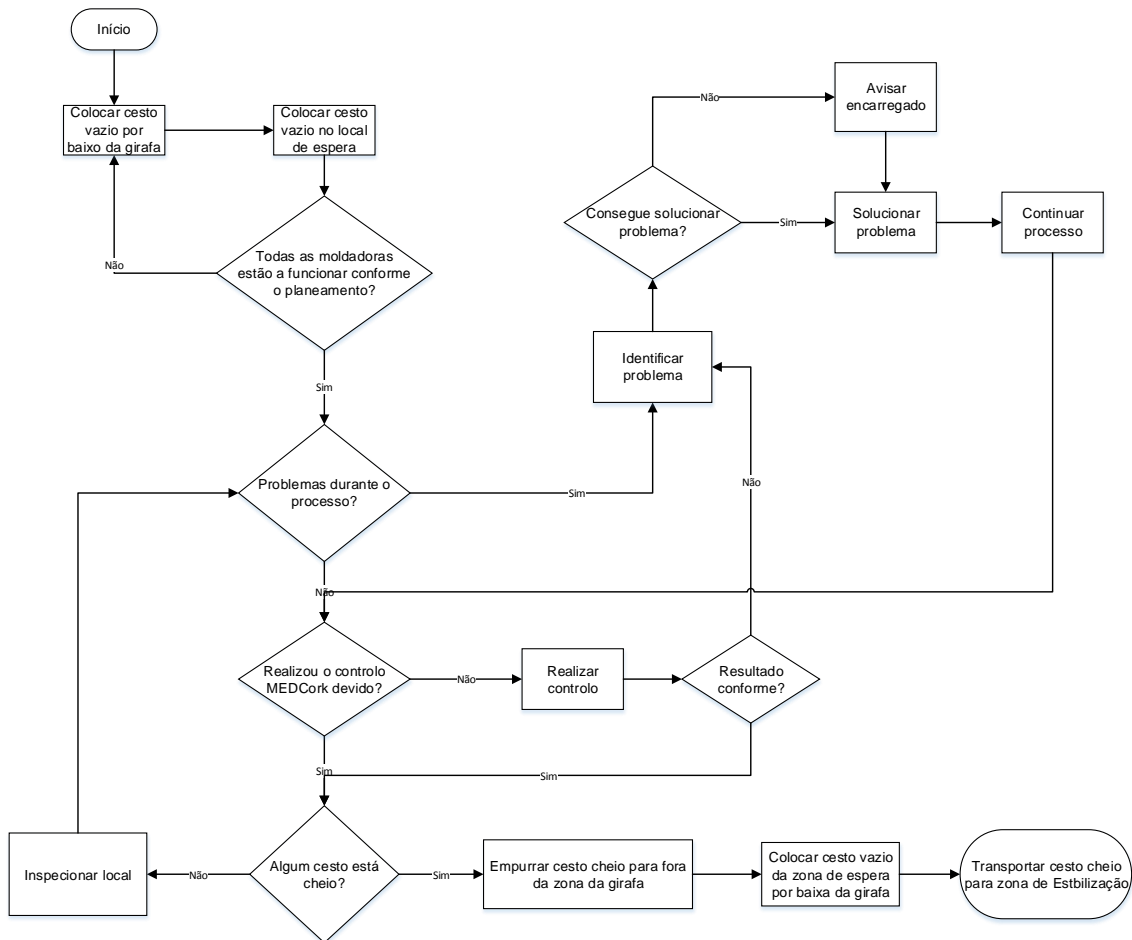


Figura 9: Fluxo de Operações Atuais da Moldeação/Estabilização

A figura 9 representa o fluxo de operações que atualmente ocorrem na área de Moldeação/Estabilização.

Em primeiro lugar, o operador coloca cestos vazios para baixo da girafa de cada moldadora, bem como coloca cestos vazios no local da espera. Estas operações devem ser repetidas para todas as moldadoras, até que todas elas estejam a produzir de acordo com o planeamento.

De seguida, o operador verifica se ocorre algum problema no setor, como alguma avaria nas moldadoras, fugas de óleo, falta de granulado nos silos de abastecimento, entre outros. Caso o operador detete algum problema, deve identificá-

lo e tentar solucioná-lo. Se não conseguir resolver o problema, deve avisar o Encarregado do setor sobre o problema identificado, passando a responsabilidade da resolução do problema a estar atribuída ao Encarregado em questão. Se não houver nenhum problema no setor, o operador realiza a tarefa seguinte.

Depois, o operador averigua se já realizou o controlo MEDCork devido. Se ainda não o realizou, realiza-o e, depois, identifica e resolve possíveis problemas, caso os resultados do teste não sejam conformes. Se já tiver realizado o controlo MEDCork e/ou os resultados do teste tenham sido conformes, o operador efetua a ação seguinte.

Finalmente, o operador confere se existe algum cesto cheio nas moldadoras. Se não houver, o operador inspeciona o local, no sentido de supervisionar a conformidade das atividades de produção da sua área. Se houver algum cesto cheio nas moldadoras, o operador empurra o cesto cheio para fora da zona da girafa, coloca o cesto vazio da zona de espera na zona por baixo da girafa e, por fim, transporta o cesto cheio para a zona de Estabilização correspondente à moldadora em questão.

A figura 10 retrata o espaço físico relativo à área de Moldação/Estabilização.



Figura 10: Área da Moldação/Estabilização da UI De Sousa

4.3.2. ACABAMENTOS MECÂNICOS

O estudo do fluxo das operações atuais no setor dos Acabamentos Mecânicos resultou na esquematização de dois fluxos:

- Um primeiro fluxo, que descreve as operações entre os cestos que já cumpriram o seu período de estabilização e podem dar entrada nos Acabamentos Mecânicos (*vide* Anexo A);
- Um segundo fluxo, que descreve as operações que digam respeito apenas ao setor dos Acabamentos Mecânicos propriamente dito (*vide* Anexo B).

A descrição de ambos os fluxos será apresentada seguidamente.

Relativamente ao fluxo das operações atuais à entrada dos Acabamentos Mecânicos (*vide* Anexo A), em primeiro lugar, o operador deve verificar a informação descrita no quadro branco. O quadro branco é uma ferramenta visual alimentada pelo Encarregado do setor, onde este disponibiliza informação sobre que artigos produzir em cada uma das catorze linhas dos AM. Desta forma, os operadores sabem quais os cestos a transportar para a moega de alimentação dos Acabamentos Mecânicos.

Uma vez transportados esses cestos para a moega de alimentação, o operador carrega no botão correspondente à linha de destino desse mesmo cesto e, só depois é que descarrega esse mesmo cesto no elevador dos corpos.

Finalmente, o operador verifica se existe alguma moega vazia ou se alguma moega está a atingir o número mínimo de corpos. Caso esta situação se confirme, o operador volta a transportar cestos para a zona de alimentação dos Acabamentos Mecânicos. Caso nenhuma moega tenha atingido um número mínimo de corpos, o operador inspeciona o local.

No que diz respeito ao fluxo das operações atuais nos Acabamentos Mecânicos (*vide* Anexo B), primeiramente, o operador verifica a informação do quadro branco. Depois, coloca um cesto vazio por baixo da girafa de cada linha e um cesto vazio na zona de espera. Caso todas as linhas ainda não tenham dois cestos alocados, o operador executa as tarefas anteriores descritas. Na situação de todas as linhas já terem dois cestos alocados, o operador procede para a etapa seguinte.

Seguidamente, o operador averigua se alguma linha parou de produzir. Caso tenha parado, o operador identifica o problema e soluciona-o, caso consiga. No caso de não conseguir resolver o problema, reporta-o ao Encarregado do setor, ficando este responsável pela resolução do problema.

Em seguida, o operador verifica se realizou o controlo dimensional devido. Caso não tenha realizado, executa-o e analisa o resultado. Se for conforme, continua o processo; se não for conforme, deve identificar o problema e proceder ao processo da sua resolução. No caso de o operador já ter realizado o controlo dimensional devido, pode avançar para a última etapa.

Na última etapa, o operador verifica se o contador de cada linha já ativou, ou seja, se a linha já transformou o número de rolhas previamente definidas para cada cesto. Se algum contador ainda não tiver ativado, o operador inspeciona o local. Caso algum contador já tenha ativado, o operador transporta o cesto vazio da zona de espera para baixo da girafa da linha em questão e transporta o cesto cheio para a zona de *stock* intermédio da Lavação.

4.3.3. LAVAÇÃO E SECAGEM

As áreas relacionadas com a Lavação e Secagem têm um único operador, por turno (*vide* anexo C).

Em primeiro lugar, o operador desta área transporta 3 cestos da zona de *stock* intermédio da Lavação, para a moega de alimentação da Lavação. Em seguida, verifica a necessidade de criar de um lote L. Caso seja necessário criar um lote L, cria esse lote e descarrega os cestos na moega de alimentação. Caso contrário, descarrega imediatamente os cestos na moega de alimentação. Só depois de este passo estar concluído é que o operador pode iniciar o processo de Lavação propriamente dito.

Seguidamente, o operador verifica se há problemas durante o processo de Lavação. Se houver, identifica o problema e resolve-o. Caso não consiga resolver o problema, avisa o Encarregado do problema encontrado, passando a resolução deste problema a ser da responsabilidade do Encarregado do setor.

A etapa subsequente consiste em verificar se o processo da Lavação terminou. Se tiver terminado, o operador aspira o tambor utilizado na Lavação, deposita as rolhas lavadas em 3 cestos e transporta esses 3 cestos para a moega de alimentação da Estufa. Se for um novo artigo, o operador tem de esperar cerca de 7 minutos para descarregar os 3 cestos na Estufa. Se não for um novo artigo, pode introduzir os cestos na Estufa imediatamente. No caso do processo da Lavação não ter terminado, o operador introduz cestos na Estufa que haja na zona de *stock* intermédio da Estufa.

Depois, o operador averigua se há problemas no processo de Secagem. Caso haja, o operador identifica o problema e resolve-o. Se não conseguir resolver o problema, deve reportar a situação ao Encarregado do setor, ficando este responsável pela resolução do problema identificado pelo operador. No caso de não haver problemas durante o processo da Secagem, o operador avança para a tarefa seguinte.

Em seguida, o operador confere se realizou os testes de humidade às rolhas. Caso não os tenha realizado, executa-os e analisa os seus resultados. Caso já tenha realizado os testes, verifica se o sensor de posição da Estufa acionou. Se o sensor da Estufa não tiver acionado, o operador inspeciona o seu local de trabalho. Se o sensor da Estufa tiver acionado, o operador coloca um cesto vazio à saída da girafa da estufa e transporta o cesto cheio para a zona de *stock* intermédio da Escolha.

4.3.4. ESCOLHA

No que concerne ao fluxo das operações atuais do processo da Escolha (*vide* anexo D), a primeira etapa consiste em colocar cestos vazios à saída de cada máquina, transportar cestos da zona de *stock* intermédio da Escolha para a moega de alimentação da Escolha e descarregar o cesto nessa mesma moega.

Em seguida, o operador verifica se todas as moegas estão preenchidas de acordo com o planeamento. Se não estiverem, então o operador vai repetir as operações anteriores, até o planeamento estar a ser cumprido. Se o planeamento estiver a ser cumprido, o operador avança para a etapa seguinte.

Na etapa subsequente, o operador verifica se há problemas durante o processo da Escolha. Caso haja, identifica esse problema e soluciona-o. Se não conseguir resolver o problema, reporta a situação ao Encarregado do setor, ficando a resolução

do problema a cargo do Encarregado. Caso não haja problemas, o operador procede ao próximo passo.

Depois, o operador averigua se alguma máquina tem um cesto cheio. Se não tiver, este inspeciona o local. Caso algum cesto esteja cheio, o operador coloca um cesto vazio na máquina e transporta o cesto cheio para a zona de *stock* intermédio da Embalagem.

Por fim, o operador verifica se o cesto cheio transportado corresponde ao último cesto do artigo desse mesmo cesto. Se não corresponder ao último cesto, então o operador inspeciona o local. Se corresponder ao último cesto, o operador transporta o cesto dos defeitos para o cesto dos defeitos em *stock* intermédio.

A figura 11 ilustra para da área de Escolha da UI De Sousa.



Figura 11: Área da Escolha da UI De Sousa

4.3.5. EMBALAGEM

Relativamente ao fluxo das operações atuais no setor da embalagem (*vide* Anexo E), a primeira operação diz respeito ao transporte do cesto para a moega de abastecimento da Embalagem, por parte do operador afeto a este setor e ao seu descarregamento na moega.

Em seguida, averigua a existência de problemas durante o processo. Se houver problemas, identifica-os e resolve-os. No caso de não conseguir resolver o problema, avisa o Encarregado do problema, ficando a resolução do mesmo a seu cargo. Se não houver problemas, o operador começa a coser sacos e etiquetas.

À medida que os sacos começam a estar finalizados, o operador forma a paleta.

A figura 12 ilustra a área da Embalagem da UI De Sousa.



Figura 12: Área da Embalagem da UI De Sousa

4.4. REQUISITOS FUNCIONAIS

Todos os setores abrangidos pelo MES Fase II têm em comum um conjunto de requisitos funcionais, no sentido de garantir o cumprimento dos objetivos iniciais traçados. Contudo, cada setor pode possuir algum requisito particular, visto que as especificidades dos setores envolvidos pelo sistema são diferentes.

Os requisitos funcionais comuns aos 5 setores envolvidos no MES Fase II são:

- Lote: identificação do lote à entrada de cada cesto no setor;
- Data/Hora de Entrada: identificação da hora e data de entrada de um determinado cesto no setor;
- Data/Hora de Saída: identificação da hora e data de saída de um determinado cesto no setor;
- Quantidade: registo do número de corpos/rolhas em cada cesto;
- Artigo: identificação do artigo a ser produzido;
- Paragem: identificação das paragens em cada máquina/linha de produção.

Os setores da Moldação/Estabilização, Lavação e Secagem, e Escolha apresentam um ou mais requisitos funcionais específicos, conforme as necessidades afetas a cada um dos mesmos. Em seguida serão apresentados os requisitos funcionais específicos a esses setores.

4.4.1. MOLDAÇÃO / ESTABILIZAÇÃO

O requisito funcional específico deste setor é a recolha da temperatura dos fornos quente e frio de cada moldadora, no sentido de identificar qual a temperatura em cada um deles/destes.

4.4.2. LAVAÇÃO E SECAGEM

Os requisitos funcionais associados ao setor da Lavagem e Secagem são:

- Tipo de Lavagem: identificação do tipo de lavagem que um cesto vai sofrer (cerveja, branco ou natural);
- Lote de produtos químicos: identificação do lote dos produtos químicos a ser usado na Lavagem;
- Consumo de água: identificação do consumo de água em cada lavagem;
- Consumo de químicos: identificação do consumo de produtos químicos em cada lavagem;
- Temperatura da água à entrada da lavagem;
- Temperatura do ar à entrada do tambor da lavagem;
- Temperatura e Velocidade da Estufa.

4.4.3. ESCOLHA

O único requisito funcional específico com o setor da Escolha prende-se com a obtenção do número de rolhas com defeito em cada máquina. Desta forma, garante-se a rastreabilidade da rolha, independentemente de esta ser conforme.

4.5. OPERACIONALIZAÇÃO DA METODOLOGIA

Relativamente à operacionalização do sistema MES Fase II na UI De Sousa, é importante destacar alguns requisitos físicos. Em primeiro lugar, cada uma das áreas afetadas pelo sistema deverá ter um Quiosque associado. Este equipamento servirá como uma ferramenta visual de apoio à produção, uma vez que disponibiliza informações para os operadores sobre que artigo produzir, que tarefas realizar, bem

como invalida tarefas ou operações incorretas, no caso de o operador não estar a proceder conforme as indicações fornecidas.

Um segundo requisito físico prende-se com a importância de haver pistolas com leitor de códigos de barra em todas as áreas, por forma a validar as diversas ações que o operador realiza. Por exemplo, a leitura de um cesto à entrada e saída de cada área torna possível que o sistema reconheça um determinado cesto num setor diferente, garantindo o normal curso do processo fabril.

Outro requisito físico tem que ver com a identificação física de cada cesto. Cada cesto terá de estar identificado fisicamente com um código, sendo este código a identificação do cesto para o sistema MES. Deste modo, o sistema reconhece os cestos que o operador validar com recurso a pistola com leitor de código de barras.

No setor da Moldação, é necessária a instalação de desviadores em todas as moldadoras, ficando cada máquina com a possibilidade de libertar corpos para dois lados diferentes (A e B). A implementação deste equipamento tem como objetivo a não paragem de uma moldadora por cesto cheio. Assim que o cesto do lado A estiver cheio, o desviador é acionado e os corpos começam a sair pelo lado B. Desta forma, está garantida a não paragem da moldadora.

Finalmente, um último e não menos importante requisito tem que ver com a incorporação de PLC em todas as áreas, por forma a este/esta poder extrair dados para o sistema MES como número de corpos produzidos, temperaturas, velocidades, entre outros.

4.6. DESCRIÇÃO DO FLUXO FUTURO DAS OPERAÇÕES NO CHÃO DE FÁBRICA

Após ter sido descrita a situação do estado atual, bem como os requisitos físicos e funcionais, o passo seguinte consiste em descrever o fluxo das operações nas 5 áreas afetadas pelo MES II, uma vez estando este sistema implementado.

4.6.1. MOLDAÇÃO / ESTABILIZAÇÃO

No início do processo, o operador aloca o cesto vazio “1” ao lado “A” da Moldadora, através da utilização de uma pistola com leitor de código de barras. Caso apareça no Quiosque algum alerta, o operador deverá realizar tarefas previamente definidas para contornar esses alertas. Se não aparecer nenhum alerta, o operador realiza as mesmas tarefas para o cesto vazio “2”, alocando-o ao lado “B” da Moldadora. Estes passos são repetidos até que todas as moldadoras estejam a funcionar conforme o planeamento.

Durante o turno, o operador verifica se há algum problema no sector. Caso haja algum problema, o MES cria o registo do evento e o operador identifica o problema. Se o problema estiver relacionado com algum parâmetro do SPC, o sistema MES automaticamente bloqueia o cesto em questão, não permitindo que este avance no fluxo produtivo. O cesto só será desbloqueado assim que um utilizador devidamente autorizado desbloqueie esse mesmo cesto. Em seguida, o operador tenta solucionar o problema. Se não conseguir solucionar o problema, o operador deve informar o encarregado do sector, passando este a ser o responsável por solucionar o problema. Só depois do problema estar solucionado ou reportado ao encarregado é que o operador pode continuar com as suas tarefas.

A etapa seguinte prende-se com a realização do controlo MedCork. Este controlo tem de ser realizado três vezes por turno. Caso o operador já tenha realizado os controlos devidos, não necessita de o fazer mais. Se ainda não tiver realizado esses controlos, deve executá-los e verificar se os resultados são conformes. Sempre que o operador realizar os controlos MedCork, o sistema emite uma mensagem a indicar quantos controlos faltam fazer no turno. Por exemplo, caso o operador esteja a fazer o 2º controlo no turno, o sistema emite a seguinte mensagem: “Atenção: falta realizar 1 controlo neste turno”. Se os resultados do controlo não forem conformes, o sistema automaticamente bloqueia o lote em questão, não permitindo que este lote possa dar entrada nos Acabamentos Mecânicos, mesmo que venha a ultrapassar o período de 48 horas de Estabilização. O desbloqueamento do lote só pode ser feito por elementos autorizados, ficando o lote disponível para os Acabamentos Mecânicos apenas e somente quando o mesmo for desbloqueado e tiver ultrapassado o período de Estabilização de 48 horas. Não obstante este bloqueio automático, o operador identifica o problema e soluciona-o. Caso não seja capaz de solucionar o problema, o

operador informa o encarregado do sector, passando a ser este o responsável por solucionar o problema. Se os resultados forem conformes, o operador passa para a etapa seguinte.

Finalmente, a última etapa consiste em verificar se o cesto da Moldadora está cheio. Se não estiver cheio, o operador inspeciona o local, para verificar a existência de algum problema no sector. Se estiver cheio, o operador transporta o cesto cheio para a zona de Estabilização indicada pelo sistema (neste ponto, a Moldadora começa a encher o cesto que foi alocado ao lado B). A zona de Estabilização será organizada de acordo com o espaço referente aos cestos da moldadora, linha e lugar. Por exemplo, o local 9101 diz respeito ao espaço da Moldadora 9, linha 1, lugar 01.

A figura 13 demonstra o fluxo das operações na área da Moldação/Estabilização.

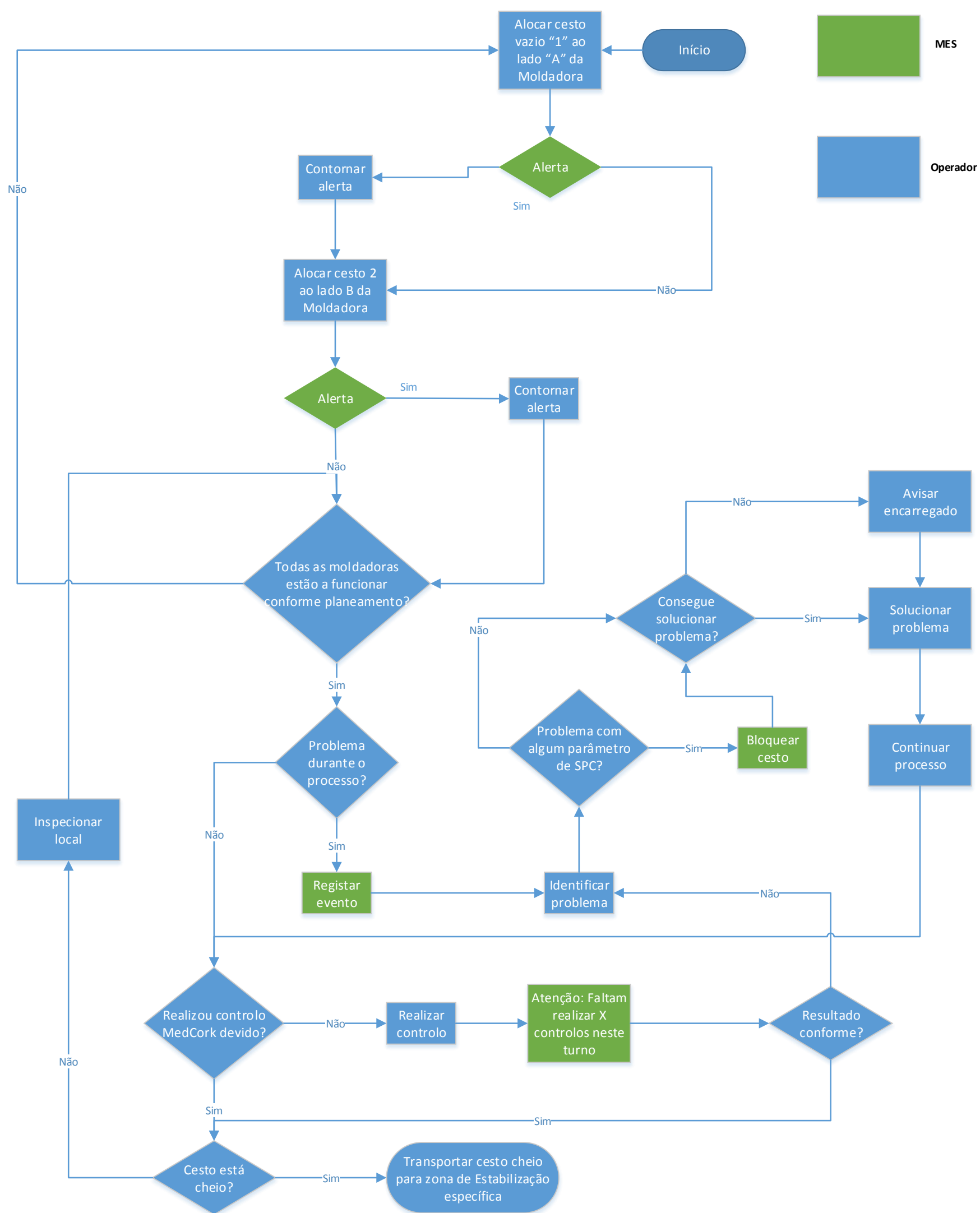


Figura 13: Fluxo de Operações Futuras na Moldação/Estabilização

4.6.2. ACABAMENTOS MECÂNICOS

À semelhança do fluxo das operações atuais, o estudo do fluxo das operações futuras no setor dos Acabamentos Mecânicos resultou na esquematização de dois fluxos:

- Um primeiro fluxo que descreve as operações entre os cestos que já cumpriram o seu período de estabilização e podem dar entrada nos Acabamentos Mecânicos (*vide* Anexo F);
- Um segundo fluxo que descreve as operações que digam respeito apenas ao setor dos Acabamentos Mecânicos propriamente dito (*vide* Anexo G).

No fluxo das operações futuras à entrada dos Acabamentos Mecânicos (*vide* anexo F), a primeira etapa consiste na criação das ordens de fabrico (OF) no sistema MES, por parte da Engenheira de Produção. As OF são criadas em função das encomendas recebidas, numa lógica de *pull system*.

Depois, o Encarregado do setor realiza o mapeamento das OF, ou seja, indica, no sistema, qual a rota de uma determinada OF.

Em seguida, o transporte dos cestos para as moegas de alimentação dos acabamentos mecânicos é realizado em função da informação do Quiosque. A função do Quiosque é orientar o operador, uma vez que indica que cesto é que o operador deve transportar para a moega de abastecimento, qual a sua localização na zona de Estabilização e qual deve ser a linha destino.

No que diz respeito às operações à entrada dos AM., a primeira tarefa do operador alocado a esta área é verificar a informação do Quiosque. Em função da informação do Quiosque, o operador verifica se existem cestos por transportar. Se não houver, inspeciona o local. Se houver, transporta o cesto da zona de Estabilização para a moega de alimentação.

Por fim, o operador aloca esse mesmo cesto à linha de Acabamentos Mecânicos destino, através de uma pistola de leitura de código de barras. Caso surja algum Alerta no Quiosque, o operador deve contornar esse alerta, com base em procedimentos

previamente definidos, antes de descarregar o cesto na moega. Se não surgir nenhum alerta, o operador descarrega o cesto na moega de alimentação.

Relativamente ao fluxo de operações futuras nos Acabamentos Mecânicos (*vide* anexo G), em primeiro lugar, o operador coloca 2 cestos vazios em cada linha dos AM.

Em seguida, o operador verifica se há algum problema com a linha. Se houver, o MES automaticamente regista o evento e o operador identifica o problema e soluciona-o. No caso de não conseguir solucionar o problema, o operador avisa o encarregado, sendo este o responsável por resolvê-lo. Se não houver nenhum problema na linha, o operador realiza a próxima tarefa.

A tarefa seguinte prende-se com a verificação da realização do controlo dimensional devido. Caso ainda não tenha executado o controlo dimensional devido, o operador executa e verifica se o resultado do controlo dimensional é conforme. Se não for conforme, identifica o problema e soluciona-o. Se não conseguir resolver o problema, avisa o encarregado, ficando este responsável pela resolução do problema. Caso o operador tenha executado o controlo dimensional devido, segue para a próxima tarefa.

Por fim, o operador verifica se algum contador final já ativou, ou seja, se algum cesto está cheio. Se nenhum contador tiver acionado, o operador inspeciona o sector, verificando se alguma linha parou. Caso o contador de alguma linha tiver acionado, o operador transporta um cesto vazio para a girafa. Se o cesto não for um cesto com defeito, o operador valida o cesto cheio, na opção “Normal” e transporta o cesto cheio para a zona de *stock* intermédio da Lavação. Caso o cesto seja um cesto com defeitos, o operador valida-o com a opção “Defeitos” e transporta esse mesmo cesto para a zona de defeitos pré-definida. A validação de um cesto cheio é o código de saída de um cesto para o sistema MES.

4.6.3. LAVAÇÃO E SECAGEM

No fluxo de operações futuras respeitante à Lavação e à Secagem (*vide* Anexo H), o operador verifica, em primeiro lugar, a informação do Quiosque da Lavação. Com base nessa informação, o operador transporta 3 cestos da zona de *stock* intermédio da Lavação para a moega de alimentação da Lavação e aloca cada um dos cestos ao

tambor destino, através de uma pistola com leitor de código de barras. Caso apareça algum alerta no Quiosque, o operador verifica qual o tipo de alerta e contorna-o, em função de indicações previamente fornecidas. Se não aparecer nenhum alerta, o sistema automaticamente cria um lote de Lavação (constituído por 3 cestos) e o Quiosque emite o seguinte alerta “Atenção: tem de realizar controlo SPC”. O sistema não permite que o operador descarregue os 3 cestos na moega, sem este controlo ser realizado.

Caso o resultado do controlo SPC não seja conforme, o operador identifica o problema e o sistema automaticamente bloqueia o lote. Nesta situação, o operador transporta o lote para uma zona previamente definida e verifica a nova informação disponibilizada pelo Quiosque. O desbloqueamento do cesto funciona de forma semelhante ao sector da Moldação. No caso de o resultado ser conforme, o operador descarrega os cestos na moega de alimentação da Lavação.

Em seguida, o operador verifica se há algum problema durante o processo. Em caso afirmativo, o sistema regista o evento e o operador identifica-o e soluciona-o. Se não conseguir resolver o problema, avisa o encarregado, sendo este o responsável por solucionar o problema. Caso não haja problemas, o operador verifica se a lavação terminou.

Caso a Lavação tenha terminado, o operador aspira o tambor, deposita o lote lavado em 3 cestos e transporta os 3 cestos para a moega de alimentação da Estufa. Se este lote for constituído por rolhas defeituosas (resultantes de um mau processo de Lavação), o operador valida cada cesto, com a opção “Defeitos” e transporta esse cesto para uma zona pré-definida. Se o lote não for constituído por defeitos, o operador verifica se as rolhas que estão a processar na Estufa pertencem a um artigo diferente. Se pertencerem, o operador espera 7 minutos e só depois é que valida cada cesto à entrada da Estufa. Caso contrário, o operador valida cada cesto imediatamente e descarrega, individualmente, os cestos na moega da Estufa. Depois, o operador verifica se há problemas no processo da Secagem.

Caso a lavação não tenha terminado, o operador verifica imediatamente se há problemas no processo da Estufa. Se houver, o sistema regista automaticamente o evento e o operador identifica e soluciona o problema. Caso não consiga solucionar, o operador avisa o encarregado da situação, ficando este responsável pela sua

resolução. Se não houver problemas, o operador observa se o sensor de posição da Estufa ativou, ou seja, se o cesto está cheio.

Se o sensor de posição da Estufa não ativou, o operador vai inspecionar ambos os setores. Se o sensor ativou, o operador verifica se as rolhas saem da Estufa com defeito. Se saírem da estufa rolhas defeituosas, valida cada cesto com a opção “Defeitos” e transporta esses cestos para uma zona pré-definida. Se as rolhas não saírem defeituosas, o operador coloca um cesto vazio à saída da estufa e valida o cesto cheio com a opção “Normal”.

Finalmente, o operador transporta o cesto cheio para a zona de *stock* intermédio da Escolha.

4.6.4. ESCOLHA

Relativamente ao fluxo de operações futuras da Escolha (*vide* Anexo I), em primeiro lugar, o operador verifica a informação do Quiosque. Em função dessa informação, verifica se há cestos por transportar para as linhas. Se não houver, o operador inspeciona o local. Se houver, o operador coloca cestos vazios à saída da linha, transporta um cesto da zona do SI para a moega de alimentação e aloca o cesto à linha indicada. Se aparecer algum alerta no Quiosque, o operador tem de contornar esse alerta, mediante indicações previamente fornecidas. Só depois é que descarrega o cesto na moega. Caso não apareça nenhum alerta, descarrega o cesto na moega imediatamente.

Em seguida, o operador verifica se há algum problema durante o processo. Se houver, o sistema regista automaticamente o problema e o operador soluciona-o. Caso não consiga resolver o problema, avisa o encarregado, ficando este responsável por resolver a situação. Se não houver problema durante o processo, o operador passa para a etapa seguinte.

A etapa seguinte consiste em verificar se algum cesto está cheio. Se nenhum cesto estiver cheio, o operador volta a verificar a informação do Quiosque. Se houver, pelo menos, um cesto cheio, o operador coloca um cesto vazio nessa mesma linha e transporta o cesto cheio para a zona de *stock* intermédio da embalagem, validando esse cesto no mesmo.

Finalmente, o operador verifica se o cesto cheio corresponde ao último cesto do artigo produzido. Caso não seja o último cesto desse artigo, o operador torna a verificar a informação indicada no Quiosque. Caso seja o último cesto do artigo, o operador transporta o cesto dos defeitos para a zona de defeitos definida e valida-o.

4.6.5. EMBALAGEM

No que diz respeito ao fluxo de operações futuras da Embalagem (*vide* Anexo J), primeiramente, o operador verifica a informação do Quiosque da Embalagem. Em função dessa informação, o operador verifica se o cesto que vai introduzir corresponde a um novo lote. Caso o cesto faça parte de um novo lote, o sistema emite um aviso (“Alerta: Realizar testes de humidade”) e só deixa prosseguir as operações, após o controlo ter sido feito. Se o resultado do controlo não for conforme, o sistema automaticamente bloqueia o cesto e o operador transporta o cesto para uma zona pré-definida. O desbloqueamento do cesto só pode ser feito pela Direção Industrial, à semelhança dos outros setores. Se o resultado for conforme, então o operador pode alocar o cesto à linha. No caso do cesto introduzido ser do mesmo lote do cesto previamente embalado, não é necessário realizar o controlo de humidade, podendo o operador alocar o cesto à linha que o Quiosque tiver determinado, através de uma pistola com leitor de código de barras. Após esta tarefa, o sistema MES emite as etiquetas correspondentes às OF.

Se, após a emissão de etiquetas, aparecer algum alerta no Quiosque, o operador tem de contornar esse alerta, antes de poder descarregar o cesto na moega de abastecimento. Se não aparecer nenhum alerta, o operador descarrega o cesto na moega de abastecimento de forma imediata.

Em seguida, o operador verifica se há problemas durante o processo. Se houver, o sistema regista o evento e o operador soluciona o problema. Caso não consiga solucionar o problema, o operador avisa o Encarregado da situação, passando este a ser o responsável pela resolução do problema.

A etapa seguinte consiste em verificar se o contador da máquina ativou. Caso o contador tenha ativado, o operador cose o saco e respetiva etiqueta, formando em seguida a paleta final. No caso de o contador não ter ativado, o operador verifica se há

sacos prontos a coser. Se não houver sacos prontos a coser, o operador inspeciona o local. Se houver sacos prontos a coser, o operador cose os sacos e respectivas etiquetas, começando a formar a paleta.

Por fim, após o operador formar a paleta, retira uma amostra da paleta para inspeção final. Caso o resultado da amostra não seja conforme, a paleta deve ser validada com a opção “Defeitos” e ser transportada para uma zona pré-definida. Caso o resultado da amostra seja conforme, o operador verifica se a paleta se destina a sobras. Se assim for o caso, então valida-o com a opção “Sobras” e transporta-a para uma zona pré-definida. No caso de a paleta não se destinar a sobras, então o operador realiza a expedição da mesma.

4.7. GESTÃO DAS ORDENS DE FABRICO: ATUAL VS FUTURO

Em primeiro lugar, é necessário referir a existência de três tipos de ordens de fabrico: OF “normais”, OF “defeitos” e OF “sobras”.

As OF “normais” dizem respeito a ordens de fabrico onde o produto final pode atravessar diversos processos da fábrica, desde a trituração até à embalagem.

As OF “defeitos” têm que ver com ordens de fabrico onde, a partir dos Acabamentos Mecânicos, se pode incorporar uma determinada quantidade de corpos com defeito, que serão reprocessadas, por forma a eliminar os defeitos previamente identificados. A principal vantagem deste género de OF deve-se à incorporação de rolhas já produzidas a uma determinada OF.

As OF “sobras” estão relacionadas com ordens de fabrico onde a capacidade produzida excedeu a quantidade necessária da encomenda, resultando na sobra de rolhas. Estas rolhas são armazenadas num espaço apropriado para sobras e são incorporadas numa OF normal, assim que seja recebida uma encomenda com um artigo igual ao artigo em “sobras”.

Atualmente, as OF são geradas e mapeadas de forma manual, pela Engenheira responsável pela gestão das encomendas e por um Encarregado da fábrica, sendo depois transmitido aos operadores qual o produto que deve ser produzido, no sentido

de satisfazer uma determinada OF. Para além do mais, a verificação da existência de rolhas defeituosas e/ou em sobras é efetuada de forma manual.

Com a implementação do sistema MES em quase toda a fábrica, pretende-se que a gestão das OF seja efetuada de forma mais independente e sistematizada. Em primeiro lugar, o processo deixa de ser manual, passando a realizar-se de forma informática. A Engenheira responsável pela gestão das encomendas introduz no sistema MES uma determinada OF, que em seguida será mapeada pelo Encarregado da fábrica no próprio sistema MES. Depois, o próprio sistema guia os operadores, através das informações disponibilizadas nos diversos Quiosques.

Caso haja OF relativas a sobras, o sistema deverá utilizar as sobras que tem armazenadas para satisfazer a OF “normal” e avisar o utilizador (através de um alarme) que dispõe de uma determinada quantidade de um artigo igual em sobras. Para tal, será necessário criar um armazém virtual sobras, onde serão alocados cestos de um determinado artigo para sobras. Desta forma, o sistema MES sabe quantos cestos e qual a quantidade de rolhas que um determinado artigo tem no armazém de sobras. Assim, a quantidade necessária a produzir será inferior à OF “normal” inicial.

Na circunstância de haver OF relativas a defeitos, a lógica de funcionamento do sistema MES assemelha-se ao caso de OF “sobras”. Neste caso, deverá ser criado um armazém virtual de defeitos, onde são alocados cestos de um determinado artigo. Desta forma, o sistema MES sabe quantos cestos e qual a quantidade de rolhas que um determinado artigo tem em defeitos. No sentido de poder utilizar estas rolhas para reprocessamento, o sistema MES deve permitir a seleção múltipla de cestos para uma OF de reprocessamento. Estes cestos darão entrada no setor dos Acabamentos Mecânicos ou na Lavação, dependendo do tipo de defeito.

As ordens de fabrico têm de conter as seguintes informações: artigo, quantidade, data de entrega da encomenda e rota.

As operações a considerar na rota de OF são:

- Acabamentos Mecânicos;
- Lavação e Secagem;
- Escolha Eletrónica;
- Escolha Manual;
- Embalagem.

O sistema deverá permitir que um utilizador devidamente autorizado altere um determinado parâmetro numa OF quando esta já estiver fechada, desde que os motivos dessa alteração se enquadrem num conjunto de motivos *standard* previamente identificados. Para além do mais, o sistema permitirá que um utilizador autorizado possa anular uma OF ou alterar a ordem de produção de uma OF.

4.8. FLUXO DE INFORMAÇÃO: ATUAL VS FUTURO

Atualmente, o fluxo de informação dos registos de produção da fábrica é um processo complexo, longo e com inúmeros desperdícios ao longo da sua cadeia informativa. É importante referir que a figura 14 representa o fluxo de informação relativo aos seguintes setores de produção: Moldação, Acabamentos Mecânicos, Lavação, Escolha e Extrusão.

Em primeiro lugar, o operador regista os valores da produção em formato papel e, no fim do seu turno, entrega o registo de produção ao Encarregado do seu setor.

Em seguida, cada Encarregado da fábrica entrega os seus registos de produção ao Administrativo responsável pelos registos de produção. É importante referir que os registos de produção são entregues no dia seguinte à produção efetiva, o que faz com que a análise e tratamento dos dados tenham, pelo menos, 24 horas de distância da hora da produção real.

Finalmente, o Administrativo introduz os registos de produção num ficheiro Excel, analisa-os e trata os dados.

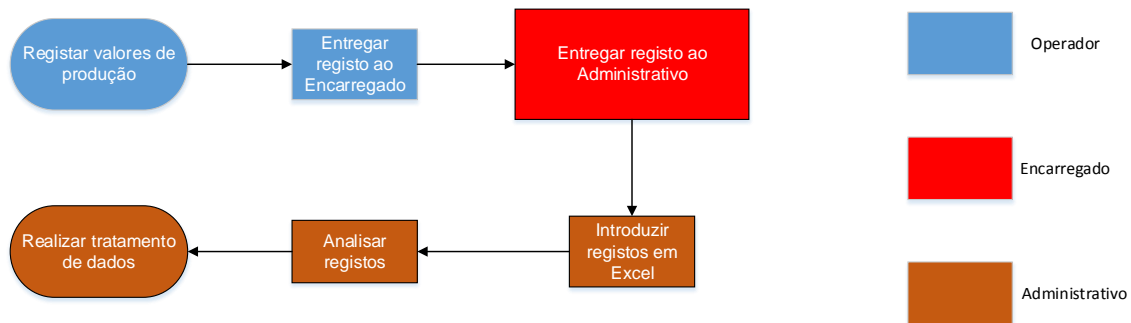


Figura 14: Fluxo de informação atual

Com a implementação do sistema MES, o fluxo de informação torna-se muito mais rápido e mais fiável, uma vez que a recolha de dados é realizada de maneira automatizada e em tempo real. Desta forma, a análise dos dados é realizada de forma quase imediata, potenciando a antecipação de um problema, em vez de agir apenas quando o problema já ocorreu. A figura 15 mostra o fluxo de informação após a implementação do sistema MES.

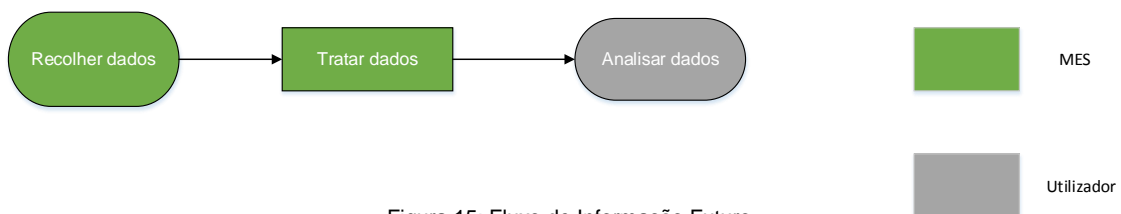


Figura 15: Fluxo de Informação Futuro

5. ANÁLISE DE RESULTADOS E CONCLUSÕES

Os projetos associados a implementação de soluções integradas são, de uma forma geral, projetos demorados, tendo em conta que da perceção das necessidades do sistema até à implementação e integração do sistema propriamente dito, vão inúmeras e extensas etapas. Esta dissertação apresenta um projeto sobre essa temática, sendo de natureza teórica, uma vez que a implementação do sistema considerado não foi iniciada aquando do fim desta dissertação.

Neste sentido, esta dissertação teve como âmbito descrever o processo de aplicação de um *Manufacturing Execution System* na indústria corticeira, nomeadamente, na Unidade Industrial De Sousa, pertencente à Amorim & Irmãos, S.A.

A implementação do sistema MES na UI De Sousa teve três objetivos:

1. Garantir e monitorizar a rastreabilidade dos corpos e seus produtos associados;
2. Aumentar a robustez do controlo de processo;
3. Apoiar a gestão de ordens de fabrico;

No sentido de validar o sistema proposto, foi elaborada uma *check-list*, comum a todos os setores envolvidos pelo novo sistema MES, com o objetivo de averiguar se os objetivos inicialmente traçados são alcançados. A *check-list* tem o formato demonstrado na tabela 2.

Tabela 2: Check-list de validação do sistema MES

Parâmetro	Sim	Não
Os dados recolhidos aumentam a robustez do controlo de processo?	X	
Os dados recolhidos permitem obter a rastreabilidade das rolas e produtos associados?	X	
Os dados recolhidos auxiliam a gestão das OF?	X	

Relativamente ao controlo e monitorização da rastreabilidade dos corpos e seus produtos associados, o sistema MES proposto cumpre com o objetivo traçado. Todos

os setores associados ao sistema MES têm como requisito o controlo e validação de entradas e saídas de lotes de rolhas, o que garante a monitorização da rastreabilidade das rolhas ao longo de todo o processo fabril. No que diz respeito à rastreabilidade dos produtos associados às rolhas, esse controlo e monitorização também é atingido, tendo em conta que todos os produtos associados são também introduzidos no sistema MES, sendo depois o próprio sistema responsável pelo cruzamento entre lote de produção de rolhas e o lote de produto associado, como lote de cola, água ou outro produto químico. Desta forma, consegue determinar-se quais os produtos que estão associados a um determinado lote de produção de rolhas.

No que concerne ao aumento da robustez do controlo de processo, o sistema MES também cumpre com o objetivo traçado. A implementação do sistema MES no processo fabril vai permitir a recolha e análise de variáveis como temperaturas, consumos e velocidades de determinadas máquinas, que, de outra forma, não seria possível obter. Assim, a recolha e análise destes dados permitir-nos-á um maior conhecimento e controlo sobre o processo de produção, que resultará numa redução do número de rolhas não conformes. Deste modo, pode aferir-se que a implementação do sistema MES aumenta a robustez do controlo de processo.

O último objetivo diz respeito à gestão das ordens de fabrico. Tal como já foi dito, o sistema MES vai apoiar a gestão das OF, através de uma interface para a realização da criação ou edição de OF, tornando todo este processo mais autónomo, sistematizado e mais rápido. Desta forma, todos os utilizadores autorizados a visualizar esta interface podem saber qual o estado e o detalhe de cada OF. Assim sendo, pode concluir-se que o sistema MES proposto apoia a gestão de Ordens de Fabrico, tal como foi inicialmente traçado.

Finalmente, conclui-se que o sistema MES proposto para a UI De Sousa alcança todos os objetivos traçados. A utilização deste sistema otimiza processos e aumenta a eficiência operacional da fábrica, através de uma análise mais rápida de variáveis do processo, bem como a obtenção de dados que anteriormente não seriam possíveis recolher. Contudo, a evolução deste sistema não fica terminada com a sua implementação. Ao longo do tempo, o sistema MES terá que ser adaptado a novas necessidades da fábrica, quer seja pela aquisição de novos equipamentos, quer seja pela produção de novos artigos. É importante que o próprio sistema seja monitorizado regularmente, por forma a satisfazer as necessidades dos seus utilizadores. Desta forma, todas as potencialidades do sistema estarão a ser alcançadas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albino, V., Pontrandolfo, P., & Scozzi, B. (2002). Analysis of information flows to enhance the coordination of production process. *International Journal of Production Economics*, 75(1–2), 7–19;
- Alford LP (ed) (1934) Cost and production handbook;
- Al-Hakim, L. (2008). Modelling information flow for surgery management process. *International Journal of Information Quality*, 2(1), 60-74;
- Atani, M., & Kabore, M. P. (2007). African index medicus: Improving access to African health information. *South African Family Practice*, 49(2), 4–7;
- Ball, P., Albores, P., & Macbryde, J. (2004). Requirements for modelling e-Business processes. *Production Planning and Control*, 15(8), 776–785;
- Barnes, R.M. (1931). Industrial engineering and management;
- Barua, A., Ravindran, S., & Whinston, A. B. (1997). Coordination in information exchange between organizational decision units. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics Part A: Systems and Humans*, 27(5), 690–698;
- Barwise, J., & Seligman, J. (1997). Information flow: The logic of distributed systems. Cambridge tracts in theoretical computer science Cambridge;
- Black, A., & Brunt, R. (1999). Information management in business, libraries and British military intelligence: Towards a history of information management. *Journal of Documentation*, 55(4), 361–374;
- Blanc, P., Demongodin, I., Castagna, P. (2008). A holonic approach for manufacturing execution;
- Braman, S. (1989). Defining information: An approach for policymakers. *Telecommunications Policy*, 13 (3), 233-242;
- Cerullo, M. J. (1979). Smoothing management information flow with systems analysis. *Hospital Financial Management*, 33(8), 12–14;
- Checkland, P.B. (1988). Information systems and systems thinking. Time to unite? *International Journal of Information Management*, 8(4), 239-248;
- Ciborra, C., Gasbarri, G., & Maggiolini, P. (1978). Microinformatics and work organization – A case study. *Euromicro Newsletter*, 4(4), 232–238;
- Collins, S. T., Bradley, J. A., & Yassine, A. A. (2010). Analyzing product development task networks to examine organizational change. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 57(3), 513–525;

- D. McCaskey, M. Okrent, Catching the ERP second wave, APICS – The Performance Advantage (December) (1999) 34-38;
- Diemer, H. (1910). Factory organization and administration;
- Ellis, C. A. (1979). Information control nets: a mathematical model of office information flow. *Simuletter*, 11(1), 225–239;
- Eriksson, H. & Penker, M. (no date). Business Modeling with UML. Open Training;
- Erlenkotter, D. (1989). An early classic misplaced: Ford W. Harris's economic order quantity model of 1915. *Manage Sci* 35(7):898–900;
- Ford H. & Crowther, S. (1926) Today and tomorrow;
- Frasier, J. (2004). The MES Performance Advantage: Best of the Best Plants Use MES. Industry Week Best Plants, 1998-2002 Analysis;
- Gantt, H.L. (1910). Work, wages, and profits. *The Engineering Magazine*;
- Gantt, H.L. (1919) Organizing for work;
- Golan, E., Krissoff, B., Kuchler, F., Calvin, L., Nelson, K., & Price, G. (2004). Traceability in the U.S. food supply: Economic theory and industrial studies. Agricultural Economic Report Number 830;
- Harsh, Stephen B. & Connor, L. J., & Schwab, G. D. (1981). Managing the Farm Business;
- Hartley, S., Shepperd, S., & Bosanquet, N. (2002). Information flows in the new primary care organisations: Rhetoric versus reality. *Journal of Clinical Governance*, 10(3), 113–119;
- Henczel, S. (2001). The information audit: A practical guide;
- Hibberd, B., & Evatt, A. (2004). Mapping information flows: A practical guide. *The Information Management Journal*, 38(1), 58–64;
- Hopp, W.J. & Spearman, M.L. (2001). *Factory physics*, 2nd ed;
- Howard, D. (2003). The Basics of Deployment Flowcharting & Process Mapping: A User's Guide to DFC for Know-how Capture and Process Design;
- Howells, J. R. (1995). Going global: The use of ICT networks in research and development. *Research Policy*, 24(2), 169–184;
- Hsieh, C. C., & Woo, T. C. (2000). Delay and size in hierarchical organizations. *International Journal of Systems Science*, 31(9), 1185–1194;
- Institute for Healthcare Improvement. (2004). *Process Analysis Tools: Flowchart*;
- Institute of Distance & Open Learning. (no date). *Algorithms, Flowcharts & Program Design*;

- International Organization for Standardization (1994). ISO standard 8402:1994;
- International Organization for Standardization (2005). ISO standard 9000:2005;
- Jansen-Vullers, M. H., Wortmann, J. C., & Beulens, J. A. M. (2004). Application of labels to trace materials flows in multi-echelon supply chains. *Production Planning and Control*, 15(3), 303-312;
- Karlsen, K. M., Olsen, P., & Donnelly, K. A. (2010). Implementing traceability: practical challenges at a mineral water bottling plant. *British Food Journal*, 112(2), 187e197;
- Kelepouris, T., Pramataris, K., & Doukidis, G. (2007). RFID-enabled traceability in the food supply chain. *Industrial Management & Data Systems*, 107(2), 183 e 200;
- Kimball, D.S. (1913). *Principles of industrial organizations*;
- Koepke, C.A. (1941) *Plant production control*. Wiley;
- Kotler, P. & Armstrong, G. (2013). *Principles of Marketing*;
- Krovj, R., Chandra, A., & Rajagopalan, B. (2003). Information flow parameters for managing organizational processes. *Communications of the ACM*, 46(2), 77-82;
- Kusek, M., Desic, S. & Gvozdanovic, D. (2001). UML Based Object-oriented Development: Experience with Inexperienced Developers. 6th International Conference on Telecommunications;
- MacIntosh, R. (1997). Business process re-engineering new applications for the techniques of production engineering. *International Journal of Production Economics*, 50(1), 43–49;
- Mandal, P. & Gunasekaran, A. (2003). Issues in implementing ERP: A case study. *European Journal of Operational Research* 146 (2003) 274 – 283;
- Manufacturing Execution Systems Association. (1997). *The Benefits of MES: A Report from the Field*. MESA International – White Paper Number 1.
- McCellan, Michael. (1997). *Applying Manufacturing Execution Systems*;
- McKay, K. (2011). Chapter 2 The Historical Foundations of Manufacturing Planning and Control Systems;
- McKay, K.N. (2003) Historical survey of production control practices. *Int. J Prod Res* 41(3):411–426;
- Michael, J. H., & Massey, J. G. (1997). Modelling the communication network in a saw mill. *Forest Products Journal*, 47(9), 25–30;
- Moe, T. (1998). Perspective on traceability in food manufacture. *Trends in Food Science and Technology*, 9, 211–214;
- Morrissey, M. T., & Almonacid, S. (2005). Rethinking technology transfer. *Journal of Food Technology*, 67, 135–145;

- Motwani, J., Mirchandani, D., Madan, M., Gunasekaran, A. (2002). Successful implementation of ERP projects: Evidence from two case studies. *Int. J. Production Economics* 75 (2002) 83 – 96;
- Nah, F. & Delgado, S. (2006). Critical success factors for enterprise resource planning implementation and upgrade;
- Nash, C.W. (1928). Purchasing for a fast rate of turnover. In: Dutton HP (ed) 110 Tested plans that increased factory profits;
- O'Brien, J. A. & Marakas, G. M. (2007). *Administração de Sistemas de Informação: uma introdução* (13º ed.);
- Olsen, P., & Borit, M. (2013). How to define traceability. *Trends in Food Science & Technology*, 29, 142e150;
- Orlicky, J. (1969). The successful computer system;
- Orlicky, J. (1975). Material requirements planning;
- Pentland, A. (2004). Learning communities – Understanding information flow in human networks. *BT Technology Journal*, 22(4), 62–70;
- Pingenot, A., Shanteau, J., & Sengstacke, D. N. (2009). Description of impatient medication management using cognitive work analysis. *CIN – Computers Informatics Nursing*, 27(6), 379–392;
- Rabbani, M. J, Jibrán Baladi, F. M. A., Khan, Y. A., Naqvi, R. A. (2013). Modeling and Simulation Approach for and Industrial Manufacturing Execution System. *IC on System Engineering and Technology*;
- Rashid, M., Hossain, L., Patrick, J. (2002). The evolution of ERP systems: A Historical Perspective;
- Regattieri, A., Gamberi, M., Manzini, R. (2007). Traceability of food products: General framework and experimental evidence. *Journal of Food Engineering* 81 (2007) 347–356;
- Sahin, E., Dallery, Y., & Gershwin, S., (2002). Performance evaluation of a traceability system. In: *Proceedings of IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, Vol. 3, ISSN: 1062-922X. 210–218;
- Seleim, A.& Azab, A. & AlGeddawy, T. (2012). Simulation Methods for Changeable Manufacturing. *CIRP Conference on Manufacturing* (179-184);
- Shewhart, W.A. (1931). Economic control of quality of manufactured product;
- Stapel, K. & Schneider, K. & Lübke, D. & Flohr, T. (2007). Improving an industrial reference process by information flow analysis: A case study. *Lecture notes in computer science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*;

- Szczerbicki, E. (1991). Structuring an information flow for autonomous systems. *International Journal of Systems Science*, 22(12), 2599–2609;
- Umble, E. J. & Haft, R. R. & Umble, M. M. (2003). Enterprise resource planning: Implementation procedures and critical success factors. *European Journal of Operations Research* 146 241-257;
- Vargas, T. (no date). A história da UML e seus diagramas. Universidade Federal de Santa Catarina;
- Westrum, R. (2004). A typology of organisational cultures. *Quality and Safety in Health Care*, 13(Suppl. 2), ii22–ii27;
- Yazici, H. J. (2002). The role of communication in organizational change: An empirical investigation. *Information and Management*, 39(7), 539–552;
- Zhang, Y. (1988)- Definitions and Sciences of information. *Information Processing & Management*, V.24, nº4.

7. ANEXOS

Anexo A

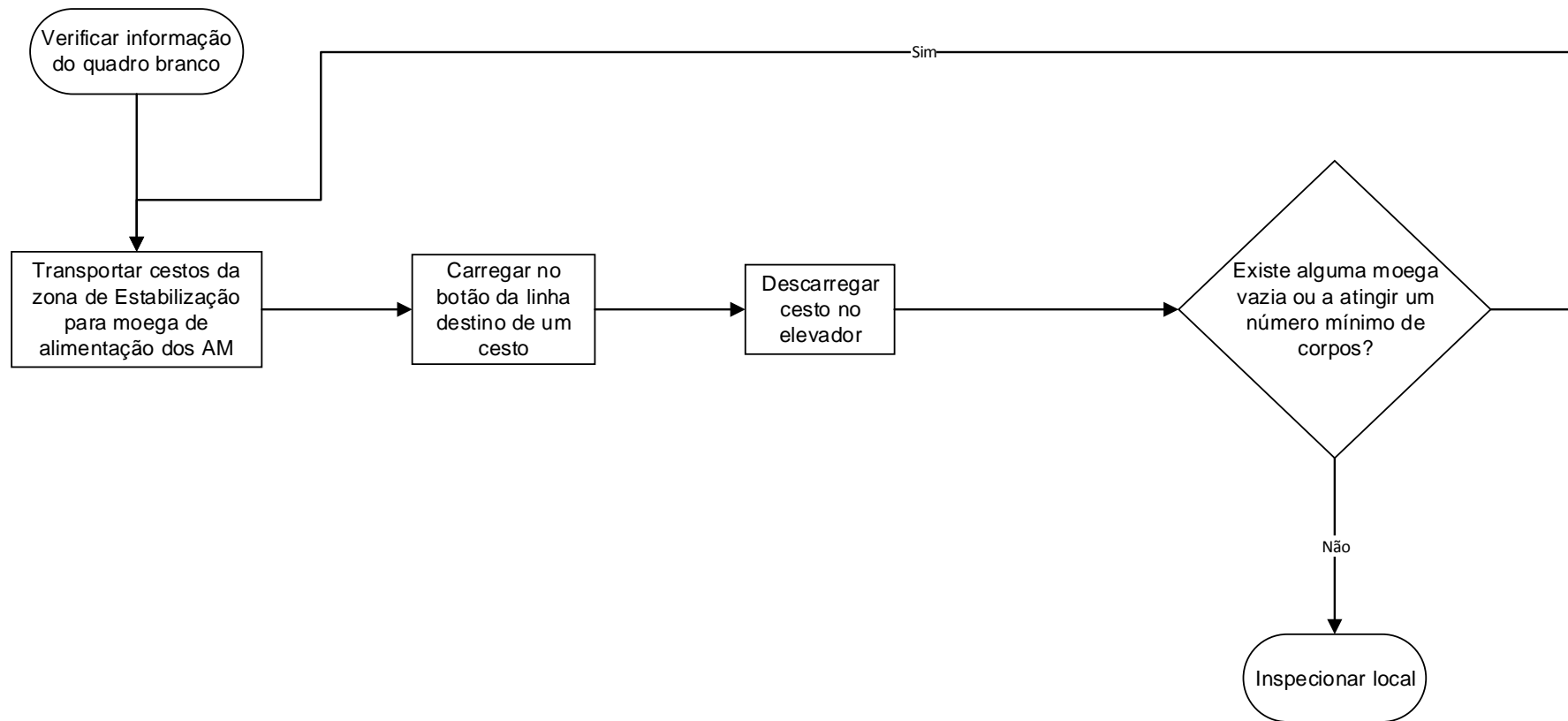


Figura 16: Fluxo das Operações Atuais à Entrada dos AM

Anexo B

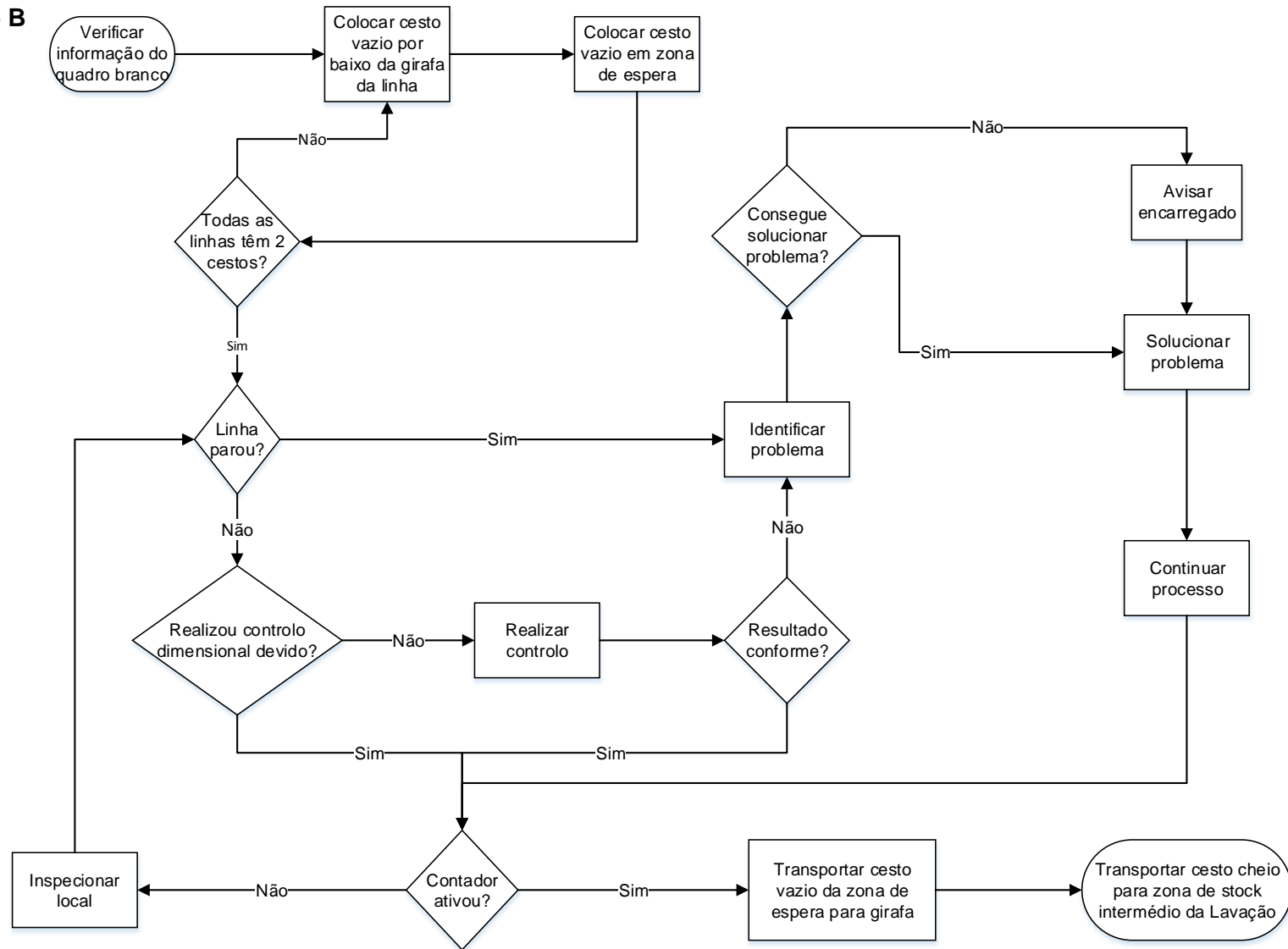


Figura 17: Fluxo das Operações Atuais nos AM

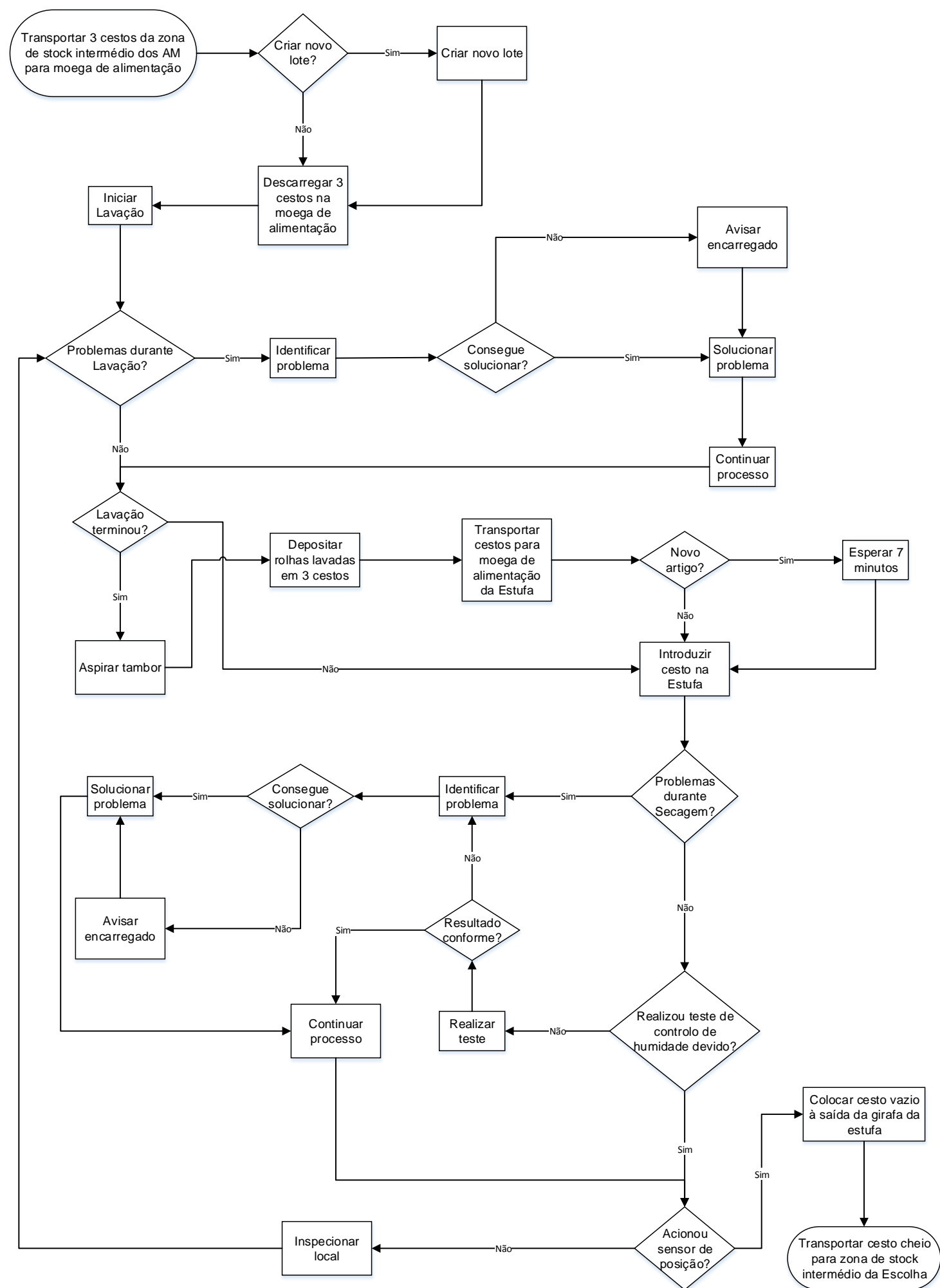


Figura 18: Fluxo de Operações atuais na Lavação e Secagem

Anexo D

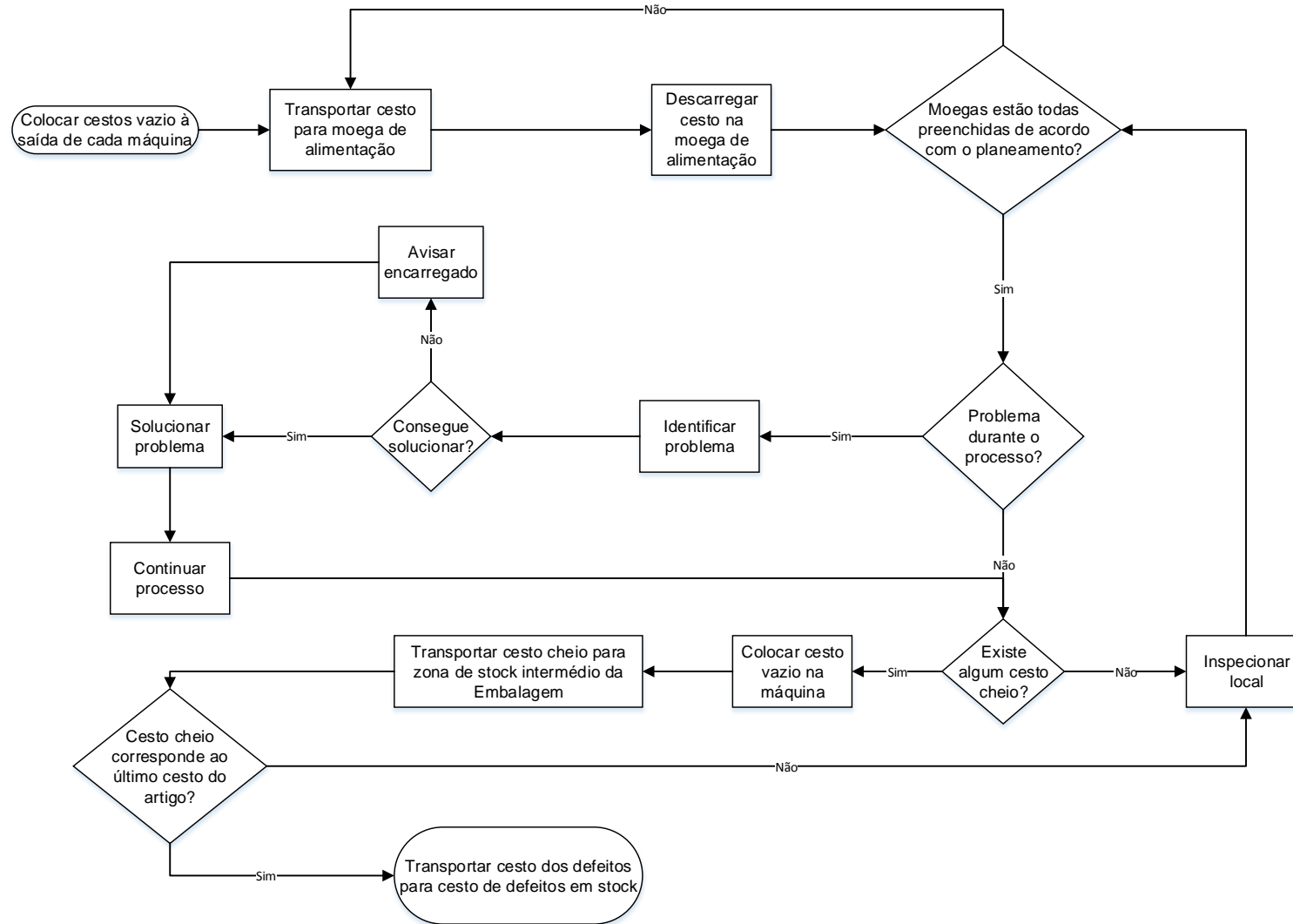


Figura 19: Fluxo de Operações Atuais na Escolha

Anexo E

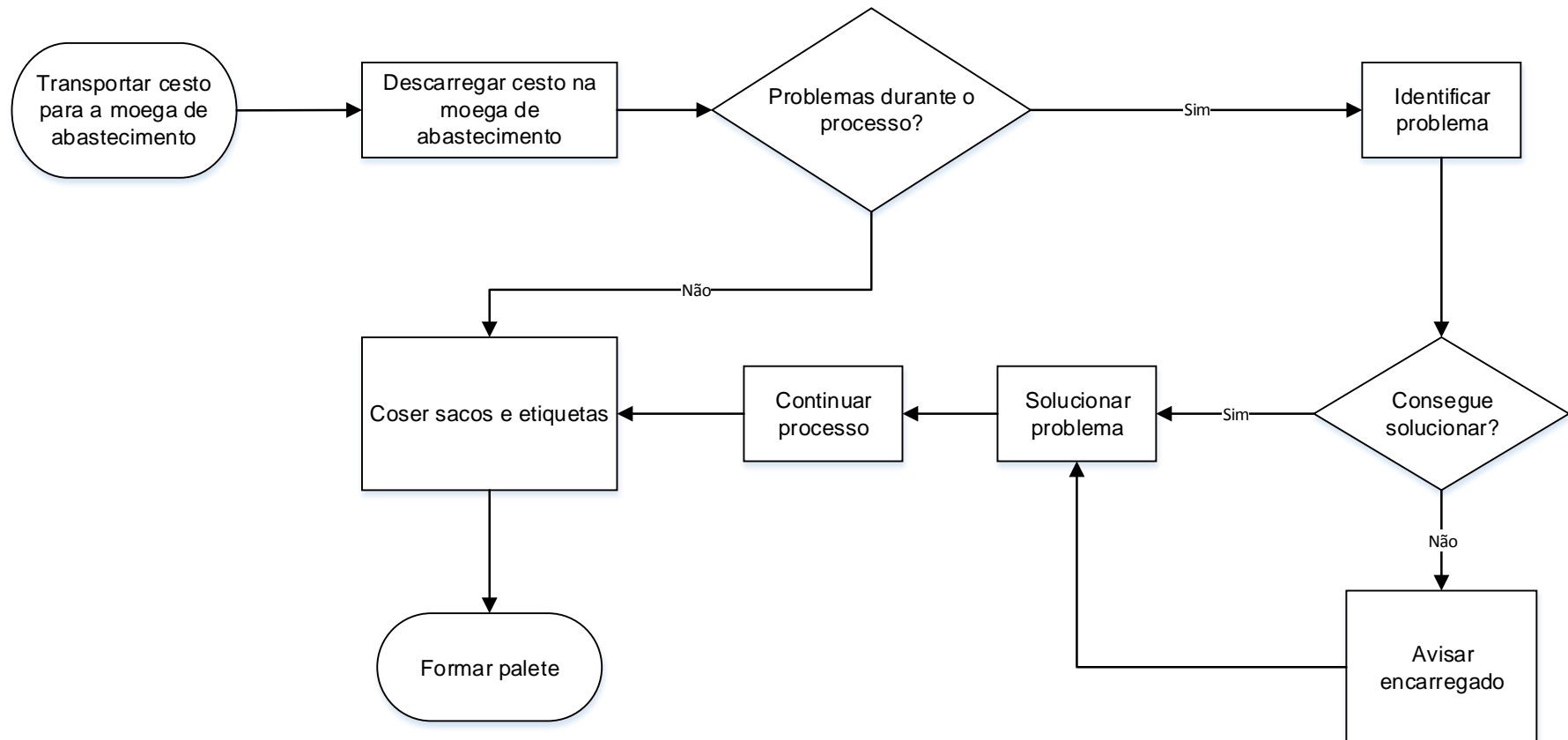


Figura 20: Fluxo das Operações Atuais na Escolha

Anexo F

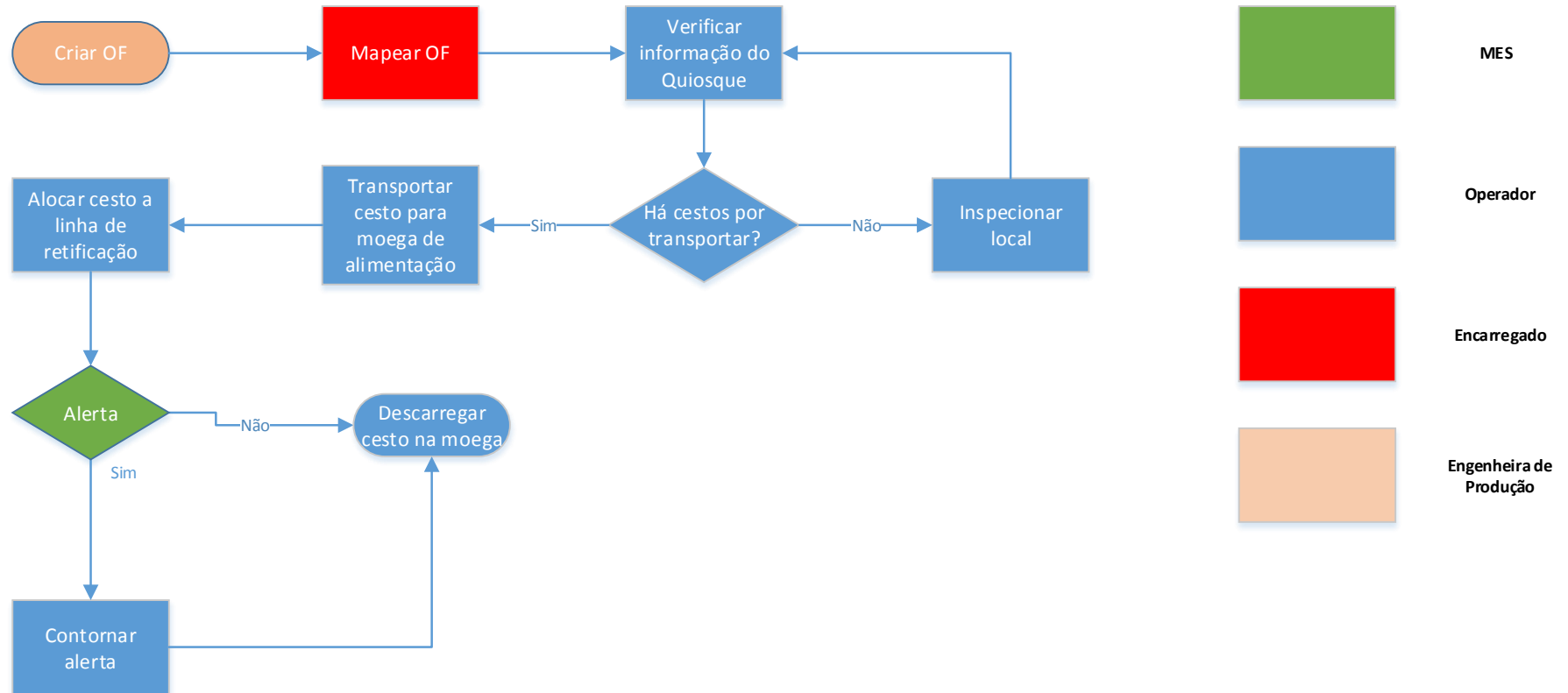


Figura 21: Fluxo de Operações Futuras na Entrada dos AM

Anexo G

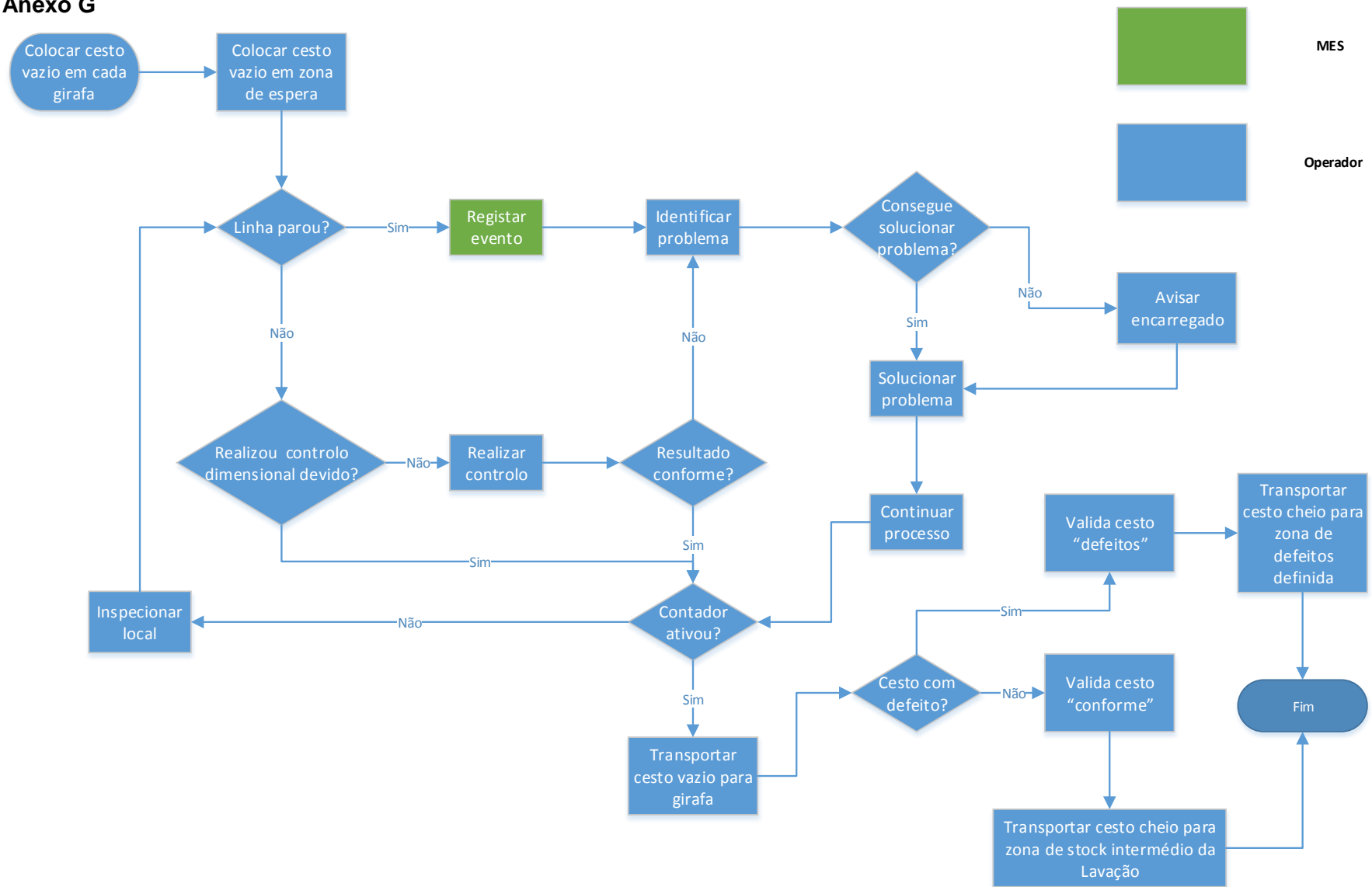


Figura 22: Fluxo de Operações Futuras nos AM

Anexo H

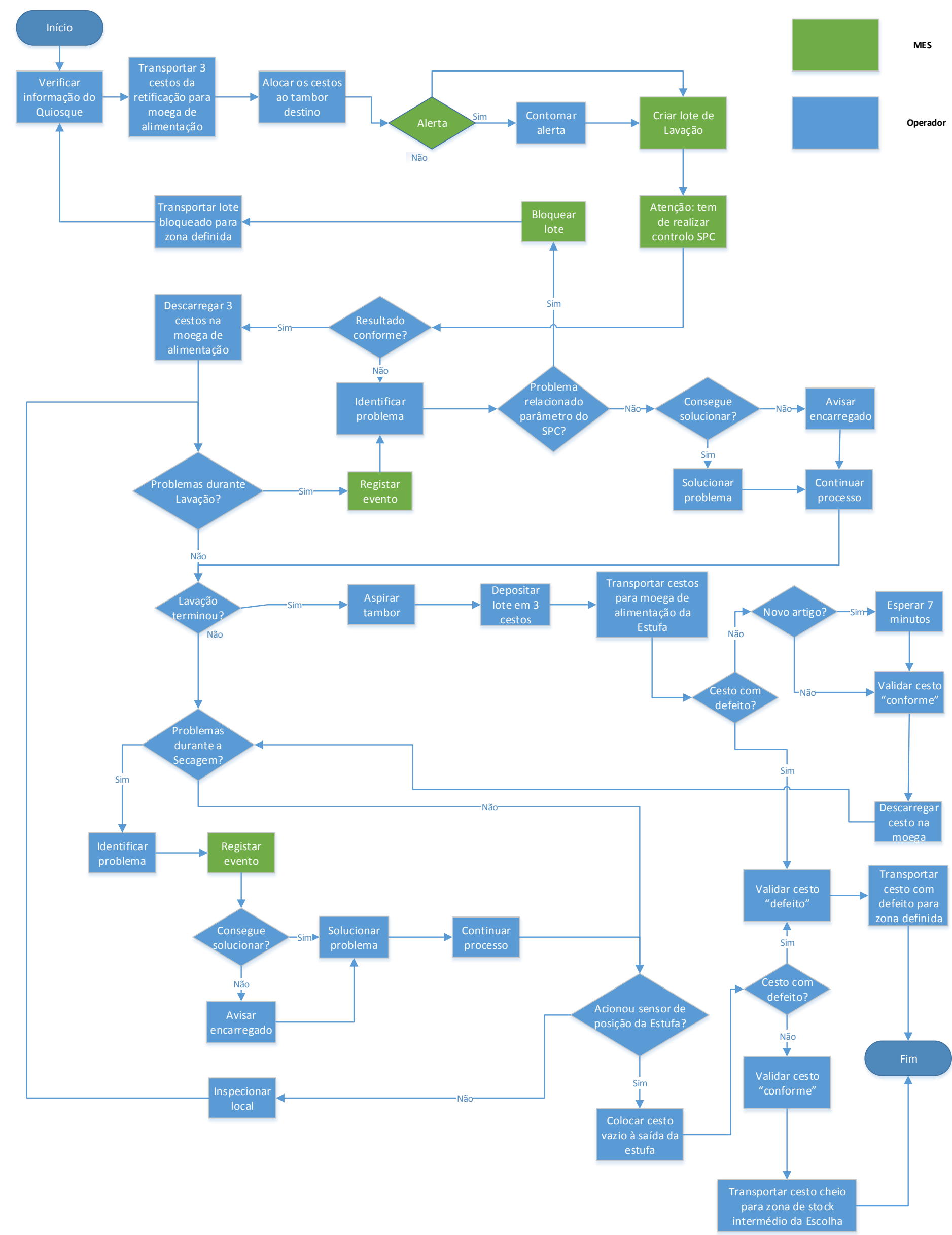


Figura 23: Fluxo de Operações Futuras na Lavação e Secagem

Anexo I

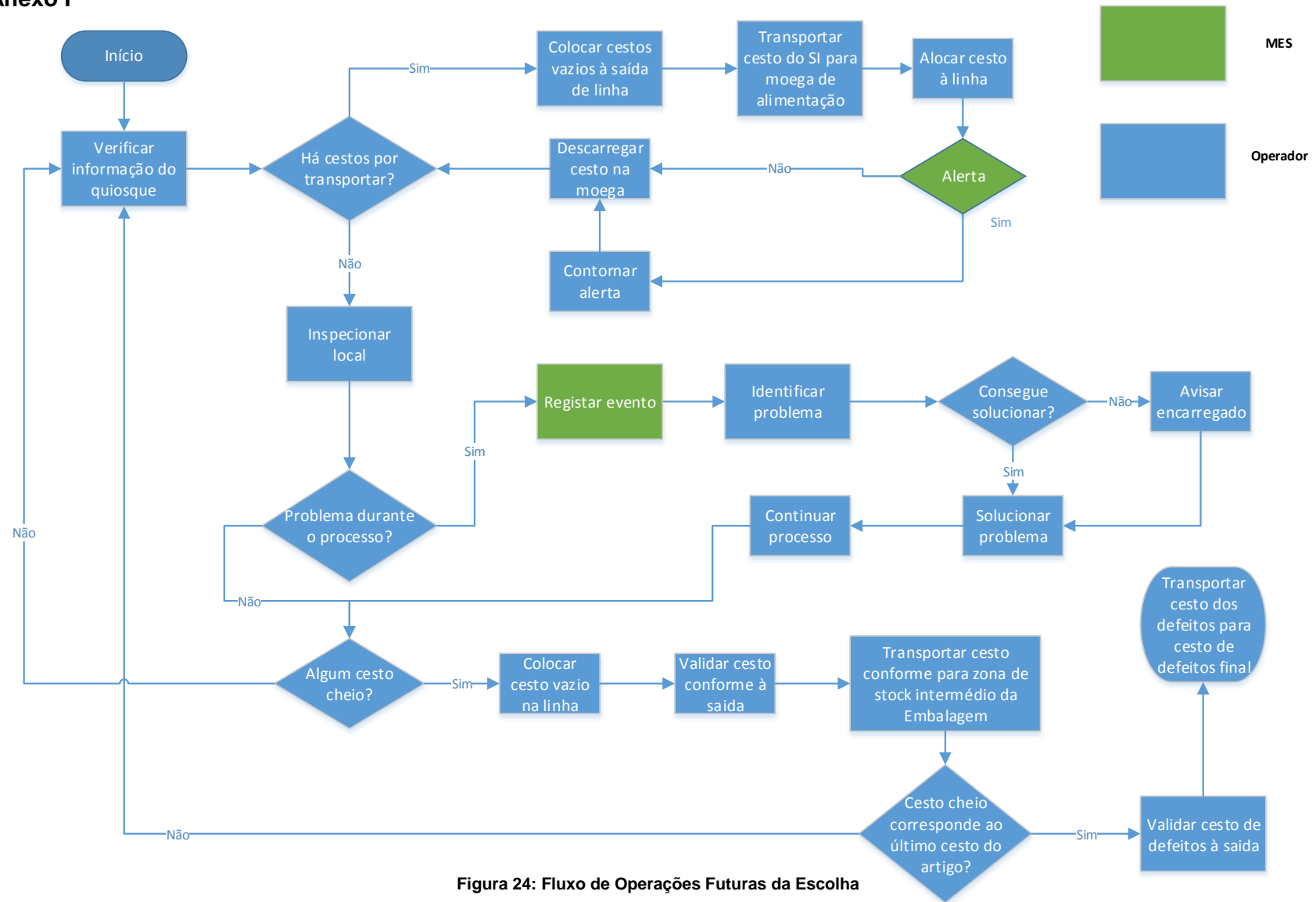


Figura 24: Fluxo de Operações Futuras da Escolha

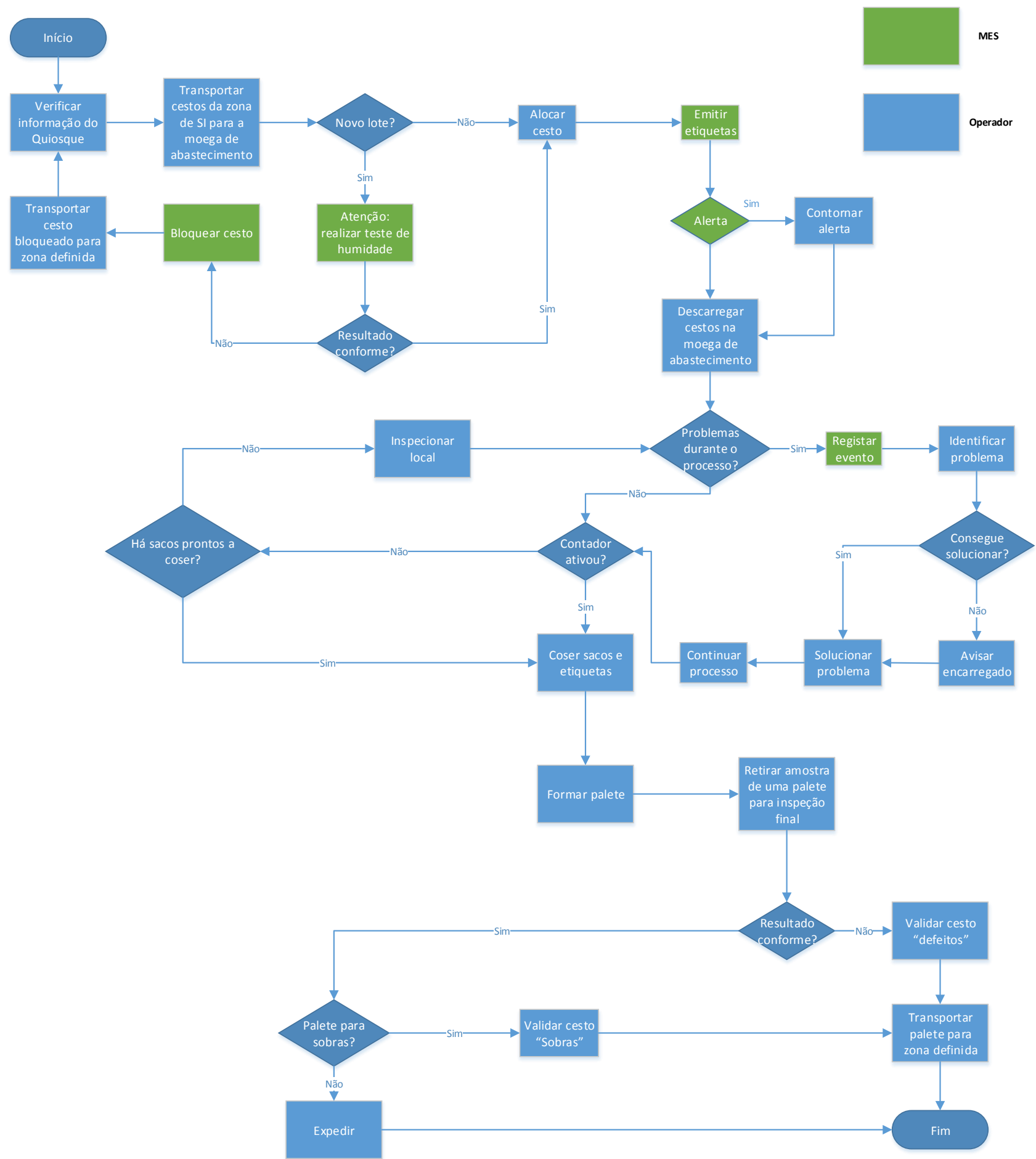


Figura 25: Fluxo de Operações Futuras na Embalagem